Aus der Hals-, Nasen-, Ohren-Universitätsklinik zu Marburg
Direktor: Professor Dr. med. J. Berendes

Die Entwicklung eines neuen Spülhandgriffes zur calorischen Prüfung des Vestibularapparates

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde der Hohen Medizinischen Fakultät
der Philipps - Universität Marburg

vorgelegt von

Manfred Schäfer
aus Fulda

Marburg 1968

Kleinoffsetdruck: Görich & Weiershäuser, Marburg

Aus der Hals-, Nasen-, Ohren-Universitätsklinik zu Marburg
Direktor: Professor Dr. med. J. Berendes

Die Entwicklung eines neuen Spülhandgriffes zur calorischen Prüfung des Vestibularapparates

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde der Hohen Medizinischen Fakultät
der Philipps - Universität Marburg

vorgelegt von

Manfred Schäfer
aus Fulda

Marburg 1968

Kleinoffsetdruck: Görich & Weiershäuser, Marburg

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Angenommen von der Medizinischen Fakultät
der Universität Marburg am 29. Februar 1968
gedruckt mit Genehmigung der Fakultät

Dekan: Prof.Dr.med. R.Siegert
Referent: Prof.Dr.med. G.Beckmann
Correferent: Prof.Dr.med.et med.dent.habil. H.Heuser

Gliederung

A Einleitung

B Überblick über die Hilfsmittel und Vorrichtungen, die seit BARANY bis heute im Gebrauch waren

I. Einfache Hilfsmittel für Gehörgangsfüllungen und Gehörgangsspülungen zur Prüfung des calorischen Nystagmus

a) Das Attikröhrchen
b) Die Rekordspritze
c) Die Gummibirne
d) Die Pipette
e) Spülschläuche

II. Aufwendigere Vorrichtungen zur Prüfung des calorischen Nystagmus

a) Das Otocalorimeter
b) Die HALLPIKE-Methode
c) Der Spülturm
d) Modell Harzburg

C Eigene Vorrichtungen für die calorische Nystagmusprüfung

I. Entwicklungs- und Konstruktionsweg des Ohrverschlußstückes zur Abdichtung des cavum conchae

a) Herstellung eines Spülverschlusses nach den bekannten Ohrtrichtern (FISCHER)-Spülversuche
b) Verbesserung durch Ansetzen olivartiger Wülste - Spülversuche
c) Abdrücke der cava concharum von 6o Patienten
d) Anfertigung von Matrizen und Patrizen
e) Auswertung der Abdrücke
f) Ausfeilen und Veränderung des Ohrspülverschlußstückes - Spülversuche
g) Leichte Richtungsdrehbarkeit des Verschlußstückes auf dem Metallansatz des Handstückes
h) Die Herstellung des Ohrverschlußstückes aus dem Heißpolimerisat Paladon

II. Konstruktion des Handgriffes für das Ohrverschlußstück

1. Beschreibung des Handgriffes

a) Gesamtbild des Handgriffes

b) Die einzelnen Seiten des Handgriffes

α) Topographie

β) Unterseite des Handgriffes

γ) Oberseite des Handgriffes

δ) Stirnseite des Handgriffes

c) Das metallene Ansatzstück

2. Handhabung des neuen Spülhandgriffes

III. Beschreibung unserer Gesamtvorrichtung für die Prüfung und Registrierung des calorischen Nystagmus und ihrer Vorteile

IV. Kritik unserer Gesamtapparatur

D Zusammenfassung

A. Einleitung

Obwohl der calorische Nystagmus seit BROWN-SEQUARD bekannt ist und insbesondere durch die Arbeiten BARANYs (1906) in die klinische Diagnostik eingeführt wurde, gibt es bis heute noch keine Vorrichtung, die die Untersuchung des calorischen Nystagmus einfach genug und trotzdem zuverlässig macht. Ganz in den Anfängen der calorischen Prüfung (ungefähr bis 1910) behalf man sich mit dem geraden Paukenröhrchen, auch Hartmannsches Attikröhrchen genannt. Da das Attikröhrchen quantitativ ungenau arbeitete und oft auch Gehörgangsverletzungen verursachte, war damals das Interesse für eine Spülvorrichtung der calorischen Prüfung besonders groß.

Das Otokalorimeter, das von BRÜNINGS 1911 in die klinische Untersuchungsmethodik eingeführt wurde, ist die erste und zugleich letzte Spülvorrichtung, die versucht, die calorische Funktionsprüfung zu einer quantitativen Methode zu gestalten. Dieses Ziel ließ sich dadurch erreichen, daß alle die calorische Prüfung beeinflussenden variablen Faktoren möglichst konstant gemacht wurden.

1. die Wassertemperatur
2. die in der Zeiteinheit durch den äußeren Gehörgang fließende Wassermenge = Strömungsgeschwindigkeit
3. der Strömungsverlauf im Gehörgang
4. Winkelstellung des geprüften Bogenganges
5. Blickrichtung der Augen.

Als Zusatzgerät dient das Otogoniometer zur Erhaltung bestimmter Augenstellungen (Punkt 4 und 5).
Verwandt mit dem Otokalorimeter ist das Statokineter von Quix, das eine calorische Prüfung der Patienten im Gehen ermöglichte.

Leider konnten sich diese Spülvorrichtungen nicht durchsetzen, sie waren in der Handhabung noch zu kompliziert, funktionierten oft nicht und erforderten einen erheblichen Zeitaufwand. Beide Apparaturen lieferten -ihr Funktionieren vorausgesetzt- zwar gute Ergebnisse, waren aber für den Routinegebrauch zu unhandlich. Aus diesem Grunde griff man bald wieder zu einfachen Spülvorrichtungen.
So ist es nur scheinbar ein Rückschritt, wenn KOBRAK 1918 die Rekordspritze zur calorischen Prüfung benutzt; in Wirklichkeit bedeutete dies jedoch, daß die bisherigen methodischen Verbesserungen der calorischen Prüfung nicht funktionierten. Die Rekordspritze hat sich aber bis auf den heutigen Tag gehalten, da sie die calorische Prüfung mit geringem technischen Aufwand ermöglicht.
Neben der Rekordspritze spielen primitivere Hilfsmittel wie Pipette (von FRENZEL 1944 angegeben) oder Gummibirne ebenfalls eine, wenn auch geringe Rolle. Sie beweisen lediglich, auf welche einfache Art man calorischen Nystagmus hervorrufen kann. Wenn er jedoch ausbleibt, kann mitunter bei Verwendung dieser Instrumente -wegen ihrer Insuffizienz- eine scheinbare calorische vestibuläre Unerregbarkeit vorgetäuscht werden. Außerdem ist damit exaktes wissenschaftliches Arbeiten kaum möglich. In jüngerer Zeit hat sich bei der calorischen Prüfung ein gewisser Wandel vollzogen, da die früheren einfachen Gehörgangsfüllungen oder Schwachreizprüfungen nach VEITS durch Massenspülungen mit Wasser von 7°C ober- und unterhalb der Körpertemperatur am liegenden Patienten abgelöst werden. Diese Methode, obwohl früher schon in ähnlicher Form beschrieben, wurde in dieser Art von FITZGERALD und HALLPIKE besonders propagiert, so daß man heute in manchen Arbeiten sogar von einer calorischen Prüfung "ad modum HALLPIKE" lesen kann. Diese Bezeichnung soll hier der Einfachheit halber beibehalten werden. Das hierzu notwendige Wasser wird meistens aus einem Irrigator bezogen, während die Einbringung des Wassers in den Gehörgang ebenso der Fantasie des Untersuchers überlassen bleibt wie der Wasserabfluß sich selbst.

FRENZEL benutzte für diese Prüfung einen geringfügig abgeänderten Spülhandgriff aus der Urologie, mit dem sich der Wasserzufluß befriedigend regulieren läßt.
Zusammenfassend kann man sagen, daß dem Untersucher zur Erzeugung von calorischem Nystagmus mehrere Methoden zur Verfügung stehen, von denen keine befriedigt.
Es ist deshalb nahezu unverständlich, daß bis heute noch so wenig zur technischen Erleichterung der calorischen Prüfung getan wurde. Eine Erklärung dafür findet sich vielleicht in der Tatsache, daß das Hauptaugenmerk der Untersucher mehr auf den Reizerfolg und dessen zentrale oder periphere Lokalisation gerichtet war als auf bessere Untersuchungstechnik.

Ziel dieser Arbeit war die Entwicklung eines Spülhandgriffes für die calorische Nystagmusprüfung, der nicht nur einfach und bequem in der Praxis zu handhaben ist, sondern ebenso bei wissenschaftlichen Untersuchungen exaktere Ergebnisse ermöglicht, als es die bisher gebräuchlichen Vorrichtungen zulassen.

B. Überblick über die Hilfsmittel und Vorrichtungen, die seit BARANY bis heute im Gebrauch waren.

I. Einfache Hilfsmittel für Gehörgangsfüllungen und Gehörgangsspülungen zur Prüfung des calorischen Nystagmus .

a) Das Attikröhrchen:

In den Anfängen der calorischen Untersuchungen verwandte man allgemein das gerade Paukenröhrchen, auch Hartmannsches Attikröhrchen genannt.
Der Untersucher führte das Attikröhrchen in den Gehörgang bis nahe an das Trommelfell ein und fixierte es dann mit der Hand.
Das zum Ausspritzen verwandte Wasser wurde mit einem hundertteiligen Thermometer gemessen, in einen großen POLITZER-Ballon Nr. 10 oder einen Irrigator gefüllt, welcher durch einen 3/4 m langen Schlauch mit dem Attikröhrchen verbunden war. Zur Erhaltung der Temperaturkonstanz muß dieser POLITZER-Ballon vorgewärmt werden. Eine Hilfsperson komprimierte den Ballon.
Bei diesem Vorgehen sind die Differenzen im Strömungsverlauf und damit in der Wirksamkeit des Wasserwechsels bei den einzelnen Untersuchungen sehr erheblich.
Auch die Anordnung von RUTTIN, der das Paukenröhrchen in einen Ohrtrichter montierte, beseitigte diese Fehlerquelle nicht.
Neben den geraden Paukenröhrchen gibt es noch bajonettförmig abgebogene, die außerdem mit einem Ventilgummi versehen sind.
Vorteil: Mit den abgebogenen Paukenröhrchen lassen sich auch stark gekrümmte Gehörgänge spülen. Das zusätzliche Anbringen eines Ventilgummis garantiert den Wasserfluß bis nahe an das Trommelfell.
Nachteil: Die Nachteile des Paukenröhrchen sind:

1. die Gefahr der Verletzung
2. der starke Temperaturabfall,

der aber nur bei Verwendung des Irrigators mit Schlauch auftritt. Deswegen muß man das Spülwasser 1-2°C höher temperieren.

3. Beim Spülen mit dem Attikröhrchen kommt es öfters vor, daß dieses nicht genügend tief in den äußeren Gehörgang eingeführt wird. Da nun der Wasserstrahl nicht zur hinteren oberen Gehörgangswand gelangt, wird kein Nystagmus verursacht.
1911 kritisiert schon BRÜNINGS das Attikröhrchen wie folgt: "Außerdem sind die aus POLITZER-Ballons und Irrigatoren improvisierten Spülvorrichtungen in ihrer Anwendung sehr unhandlich, weil die Aufmerksamkeit des Untersuchers durch die richtige Einführung des Spülröhrchens in den Gehörgang (die sich bei manchen Kopfstellungen überhaupt kaum durchführen läßt) in Anspruch genommen wird.
Zur Einhaltung der Kopfstellung und der Blickrichtung sowie der Beobachtung des Nystagmus ist deshalb ein zweiter Untersucher erforderlich, was in der Praxis zu Unzuträglichkeiten führt."
Noch umständlicher wird das Verfahren bei der Simultanspülung beider Ohren:
Das Ausspritzen der Gehörgänge geschah derart, daß zwei! Ärzte je ein Attikröhrchen einführten und zwei Wartepersonen je einen wassergefüllten Ballon komprimierten!

RUTTIN hat unter Verwendung von Attikröhrchen einen Apparat angegeben, mit Hilfe dessen beide Ohren gleichzeitig kalorisiert werden können und der auf diese Weise Erregbarkeitsdifferenzen anzeigt:
In zwei Ohrtrichtern, die durch einen Kopfbügel miteinander verbunden sind, ist je eine Kanüle eingelötet.
Aus einem T-Rohr fließt nun Wasser unter gleichem Druck durch die Kanülen gegen die beiden Trommelfelle. Reagieren beide Labyrinthe gleich, dann tritt kein Nystagmus auf. Ist er aber vorhanden, dann ist ein Ohr stärker erregbar als das andere.
Nachteil: Die Spülapparatur (Attikröhrchen), die im Ohrtrichter eingelötet ist, arbeitet quantitativ ungenau, andererseits können erhebliche Differenzen zwischen rechts und links vorhanden sein.

I b) Die Rekordspritze (Alexanderspritze)

Die Rekordspritze wurde zum erstenmal zur Injektion von Schwachreizen erprobt (z.B. KOBRAK 1918).
Methodik: Die Spülung wurde mit einer 10 ml fassenden Rekordspritze mit kurzem Ansatzrohr vorgenommen. Zuerst wurde die Spritze mehrmals mit dem Spülwasser durchspült, damit sie die gleiche Temperatur wie das Spritzwasser hatte. Es wurden dann unter geringem Druck 5 ml Wasser gegen das Trommelfell injiziert. Die Injektionsdauer betrug 2 Sekunden.
1925 benutzte FRENZEL zur Injektion von Schwachreizen eine 10 ml Spritze, die mit einem bajonettförmigen Paukenröhrchen versehen war, so daß die Kanüle gefahrlos bis zur Abbiegung in den Winkel zwischen Tragus und Antitragus eingeführt und eine bequeme und einigermaßen konstante Spülung in der Richtung auf die hintere obere Gehörgangswand vorgenommen werden konnte. Das Kanülenende wurde mit einem Stückchen Ventilgummi überzogen. Die Spritze wurde bis unmittelbar vor der Injektion gebrauchsfertig so in einen großen Becher mit dem Spülwasser gestellt, daß nur der Stempelkopf heraussah, also ein richtig temperiertes Spülwasser garantiert war.

Vorteile:
Die Rekordspritze ermöglicht eine Spülung mit geringem technischen Aufwand. Das zusätzliche Anbringen eines Ventilgummis am Kanülenende der Spritze gewährleistete eine bessere Zuführung des Spülwassers zum Trommelfell.

Nachteile:
Die Rekordspritze führt leicht zu Ohrverletzungen. Die Bereitstellung des Spülwassers von der gewünschten Temperatur ist sehr umständlich. FRENZEL versuchte dieses Problem mit einem Rasierwasserbehälter zu lösen (1956).

Verbesserung der calorischen Spülmethodik durch VEITS
(Schwachreiz nach VEITS):
1928 untersuchte VEITS mit der Rekordspritze verschiedene Kopfstellungen von Patienten bei der calorischen Prüfung.
Gang der Untersuchung:
Bei ungefähr 20-30 Grad vorgebeugtem Kopf des Patienten

wird unter Leitung des Auges mit einer Rekordspritze, an die eine Hohlnadel ohne Spitze gesteckt ist, 10 ml Wasser mit der Temperatur von 20°C bzw. 27°C in der Zeit von sieben Sekunden gegen die hintere obere Gehörgangswand neben dem Trommelfellansatz gespritzt. Bei dieser Kopfstellung tritt gewöhnlich kein Nystagmus auf. Genau eine Minute nach Spülungsbeginn wird dann der Kopf um 90 Grad zurückgebeugt. Diese Kopfstellungsänderung wird in genau zwei Sekunden vorgenommen (sonst Einschleichen in Maximumlage möglich). Die Latenzzeit bis zum Einsetzen des Nystagmus wird mit der Stoppuhr bestimmt und dann die Nystagmusschläge gezählt. Es wird grundsätzlich unter der BÁRTELschen Brille bei Blick geradeaus beobachtet.

Kritik der Spülvorrichtung nach VEITS:
VEITS verwandte bei seinen Untersuchungen eine Rekordspritze, auf deren Ende er eine abgestumpfte Hohlnadel steckte. Mit der aufgesteckten Hohlnadel wollte er erreichen, daß das Wasser tangential der äußeren Gehörgangswand entlang zum Trommelfell gelangt. Mit dieser Hohlnadel kann aber sehr leicht die Gehörgangswand verletzt werden.
In den Zwanziger und Dreißiger Jahren wurde die Rekordspritze meistens zur Erzeugung von Schwachreizen benutzt.

1957 verwandte FRENZEL die Rekordspritze auch zur Massenspülung. Die Spülung erfolgte entweder mit der üblichen 50 ml fassenden Ohrspritze oder einer Gummibirne 2 1/2" oder einem gewöhnlichen Irrigator. Voraussetzung zur Anwendung der Methode ist die vorherige Ohrspiegelung, um festzustellen, daß keine Gehörgangsverletzung, Ceruminalpfropf, Exostosen und vor allem keine trockene Trommelfellperforation vorliegt. Da einer thermischen Prüfung in jedem Falle eine Ohrspiegelung vorangehen muß, ist es empfehlenswert, auch die Spülung bei diesen Methoden unter Spiegelbeleuchtung vorzunehmen, damit ein gründlicher Wasserwechsel im voll ausgefüllten Gehörgang gewährleistet ist und die Einführung des Spülansatzes entweder der Spritze oder des Irrigators möglichst schonend u.U. bei eingeführtem Ohrtrichter vorgenommen werden kann.

Kritik:
Die Rekordspritze wie auch die Gummibirne sind in der Handhabung sehr unpraktisch. Bei der Massenspülung führt die Rekordspritze zu einer mehr oder weniger unangenehmen Durchnässung des Patienten. Zum anderen ist es sehr zeitraubend, das Wasser in der Rekordspritze von der gewünschten Temperatur zu halten. Die Rekordspritze verursacht auch oft Ohrverletzungen. Die Spülung unter Spiegelbeleuchtung am sitzenden Patienten, dessen Kopf zuerst von der Pessimumstellung (Spülstellung) in Optimumstellung (Beobachtungsstellung) gebracht werden muß, ist sehr mühsam und umständlich, ebenso das Halten der Nierenschale. Die Festlegung der Latenz ist nicht möglich. Außerdem beruht die Winkelstellung des Kopfes nur auf Schätzung.

c) Die Pipette

1944 beschreibt FRENZEL seine Technik der calorischen Prüfung wie folgt:
"Seit acht Jahren benutze ich die Gehörgangsfüllung regelmäßig zur calorischen Prüfung in der täglichen Praxis. Als Pipette benutze ich ein 3-5 ccm fassendes Modell mit stumpf geschmolzenem Ende des Abflußröhrchens, das bei der Füllung bis etwa zum Beginn des knöchernen Gehörgangs eingeführt werden kann. Dadurch erreicht man bei engen Gehörgängen eine einwandfreie Füllung, ohne daß sich vor dem Trommelfell eine störende Luftblase bildet. Als Gummikappe der Pipette hat sich die bei der WESTERGREENschen Blutsenkungsreaktion gebräuchliche Kappe bewährt.
Die Gehörgangsprüfung läßt sich jedoch auch mit einer einfachen Augentropfpipette durchführen, nur muß man infolge ihres geringen Fassungsvermögens die Pipette öfters noch ein zweites Mal schnell aufziehen und in den Gehörgang entleeren, um eine ausreichende Füllung zu erhalten.
Im Behelfsfalle läßt sich die Füllung auch mit Hilfe eines Teelöffels (!) durchführen.
Benutzt wird Wasser von 18-20°C. Das Wasser wird bei seitlich gebeugtem Kopf mittels Pipette in den Gehörgang eingeträufelt, bis man den Wasserspiegel im Gehörgang sieht und

dort 20 Sek. belassen. 20 Sek. nach Füllungsbeginn wird der Kopf kurz zur anderen Seite geneigt bzw. gedreht, das Wasser aus dem Gehörgang in dicht vorgehaltenem Zellstoff aufgefangen und abgesaugt und dann der Kopf in Optimumstellung um 60 Grad nach hinten gebeugt.
Kritik: Wegen des geringen Fassungsvermögens der Pipette ist häufig ein mehrmaliges Nachfüllen erforderlich, das 1. Zeitverlust bedingt und 2. eine genaue Registrierung des Nystagmusbeginns (Latenz) unmöglich macht.

d) Spülschläuche

KORNHUBER empfiehlt für die calorische Prüfung Spülschläuche, die man unter visueller Kontrolle mit dem Otoskop in den Gehörgang einlegt. Der Schlauch soll weich sein, um zerebrale Erregungen durch Hautreiz des Gehörganges zu vermeiden und so weit sein, daß ein kräftiger Strahl fließen kann. Die Temperatur des Spülwassers wird am besten am Ohr gemessen, anderenfalls ist ein langer Vorlauf nötig, um konstante Temperatur zu garantieren (sehr umständlich). Das Wasser wird aus Thermostaten oder großen Dewar-Gefäßen entnommen. Thermostate werden heute nicht mehr benutzt, da sie durch ihr elektrisches Feld die Aufzeichnungen des Nystagmus am Nystagmographen erheblich stören.

Zusammenfassung:
Von den einfachen Hilfsmitteln für Gehörgangsfüllungen und Gehörgangsspülungen zur Prüfung des calorischen Nystagmus hat sich lediglich die Rekordspritze durchgesetzt. Bis heute ist kein besseres Hilfsmittel gefunden worden.
Die bisher angeführten einfachen Vorrichtungen zur Prüfung des calorischen Nystagmus erweisen sich als unzureichend, da sie eine quantitative Auswertung der wirksamen Reizdosis nicht ermöglichen.

II. Apparaturen für quantitative calorische Spülungen

a) Das Otocalorimeter

Das Otocalorimeter, das 1911 von BRÜNINGS in die klinische Untersuchungsmethodik eingeführt wurde, bleibt bis auf den heutigen Tag die einzige Spülvorrichtung, die versucht, die calorische Prüfung zu einer quantitativen Methode zu gestalten. Das Otocalorimeter kann von einem Untersucher allein bedient werden und liefert im Verein mit dem sogenannten Otogoniometer einheitliche Prüfungsergebnisse.
Dieses Ziel ließ sich dadurch erreichen, daß alle die calorische Prüfung beeinflussenden variablen Faktoren möglichst konstant gemacht wurden:

Temperatur des Spülwassers,
Strömungsgeschwindigkeit und Wasserwechsel,
Strömungsweg im Gehörgang,
Winkelstellung des geprüften Bogenganges
und Blickrichtung der Augen.

Beschreibung der BRÜNINGschen Apparatur:

Das Otocalorimeter besteht aus einem oberen Vorratsgefäß und einem unteren Meßgefäß, welche in bestimmtem Abstand auf einer Holzleiste herausnehmbar befestigt sind.

Abb. I
Das Otocalorimeter von BRÜNINGS

Beide Gefäße verbindet ein Gummischlauch, in dem die doppelläufige Spülolive eingefügt ist. Diese besteht aus einem zuführenden Röhrchen, dem ein Ventil so übergezogen ist, daß es die Olivenöffnung um 7-8 mm überragt.

Abb. 2
Doppelläufige Spülolive nach BRÜNINGS

Das Spülwasser wird auf diese Weise bis dicht an das Trommelfell herangeführt und fließt dann entlang der Gehörgangswandung durch die Hohlolive hindurch wieder ab. Gleichzeitig wird hier die Gefahr von Verletzungen vermieden.
Setzt man das metallene doppelläufige Spülröhrchen mit einem olivenförmigen Ansatz wasserdicht in den äußeren Gehörgang ein, so wird er zu einem Teil der geschlossenen Strombahn gemacht und das Wasser des Vorratsgefäßes kann nach Öffnen des Hahnes in das Meßgefäß ablaufen. Damit die Durchspülung mit konstanter Stromgeschwindigkeit erfolgt, ist in das Vorratsgefäß ein Glasrohr luftdicht bis zum Boden eingelassen, durch dessen unteres Ende nach dem MARIOTTschen Prinzip die Fallhöhe des Wassers konstant erhalten wird. Das obere Ende dieses Rohres dient gleichzeitig als Eingußtrichter.
Ein weiterer Punkt für die Erzielung konstanter Stromgeschwindigkeit sind der Durchmesser von 5 mm und die Länge des Gummischlauches, die einen Meter betragen soll. Als Maß für die durchfließende Wassermenge findet sich die Angabe, daß in einer Minute 100 ml in das graduierte Meßgefäß abfließen müssen.
Das Otocalorimeter wird in der Höhe an der Wand oder einem Stativ befestigt, so daß sich der Kopf des Patienten zwischen dem Vorratsgefäß und dem Meßgefäß befindet.

Man kann also das Otokalorimeter im Gegensatz zu Irrigatoren in beliebiger Höhe zum Patienten halten. Auch ist der Wasserwechsel am Trommelfell bzw. Promotorium bei tiefer Einführung des Spülröhrchens viel intensiver als bei oberflächlichen Spülungen mit Irrigatoren etc. Deshalb ist die doppelläufige Spülolive so konstruiert, daß der das Wasser zuführende feine Gummischlauch bis in die Nähe des Trommelfells reicht. Belästigungen oder Verletzungen, wie sie bei den metallenen Spülröhrchen vorkommen, sind dabei nahezu ausgeschlossen.
Die Temperatur des Spülwassers wird durch ein in das Vorratsgefäß eingesetztes Thermometer kontrolliert. Die Skala des Thermometers reicht von 20°C-25°C.

Der Vollständigkeit halber sei noch kurz das Meßgefäß beschrieben. Das Meßgefäß trägt drei verschiedene Skalen, und zwar eine in ccm von 0-300 ccm reichend, eine mit 27°C und eine mit 20°C bezeichnete Skala.

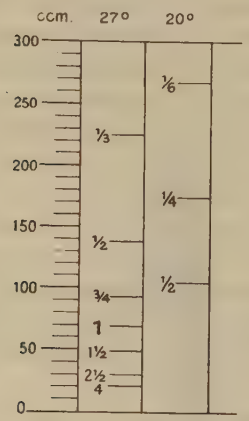


Abb. 3
Skala am Meßgefäß des Otocalorimeters

Die 27°C Skala enthält in der Höhe von etwa 68 ccm den Teilstrich I. Er entspricht derjenigen Menge Spülwassers,

nach der bei den meisten normalen Patienten der horizontale Nystagmus beginnt, wenn das Wasser 27°C mißt, der äußere Bogengang sich in der senkrechten Optimumstellung befindet und der Blick um 50 Grad zur Seite geneigt ist.

Die Zahl I gibt also hier die normale Erregbarkeit an. Tritt unter den gleichen Bedingungen der Nystagmus erst bei der doppelten Wassermenge also bei 140 ccm ein, so entspricht das der Erregbarkeit = I/2. Die Temperatur von 27°C wurde damals für die reguläre Prüfung gewählt, weil sie mit geringerer Belästigung des Kranken für die meisten Untersuchungszwecke ausreicht.
Für die warme Spülung wurde Wasser mit 47°C verwandt (Intervall von 10°C). Bei stark herabgesetzter Erregbarkeit muß man größere Temperaturdifferenzen zur Prüfung verwenden, weshalb das Meßgefäß noch für Prüfungswasser von 20°C beziffert wurde.
Als Zusatzgerät dient das Otogoniometer bei caloriechen Prüfungen zur Erhaltung bestimmter Kopf- und Augenstellungen.

Abb. 4 Das Otogoniometer

Es besteht aus einer federnden Kopfstange, die vorn einen feststehenden (a) und einen beweglichen (b) Teilkreis trägt. Der bewegliche Teilkreis läßt sich mit dem Zeichen (z) in vertikaler Ebene drehen.
Man bestimmt mit ihm die Lage der äußeren Bogengänge in folgender Weise: Zunächst wird der Zeiger bei "aufrechter

Kopfhaltung" horizontal gerichtet, wobei er parallel der oberen Jochbogenlinie läuft. Danach dreht man ihn um 30 Grad nach oben, so daß er mit der mittleren Richtung des äußeren Bogenganges zusammenfällt und hebt schließlich den Kopf soweit, bis der Zeiger senkrecht steht, der äußere Bogengang sich also in Optimumstellung befindet. Auf dem feststehenden Teilkreis (a) dreht sich in horizontaler Ebene der mit einem Planspiegelchen versehene Arm, dem die Fixation der Blickrichtung zufällt. Durch das in seiner Hülse drehbare Spiegelchen kann man dem Kranken einen entfernten Punkt des Zimmers als Fixationsmarke einstellen, ohne die Akkomodation und Konvergenz zu beanspruchen.
BRÜNINGS wandte für die normale Funktionsprüfung stets eine Seitenblickwendung von 50 Grad an, die für einen sofortigen Eintritt des Nystagmus ausreicht. Bei stärkerer Augenablenkung fangen die Einstellungszuckungen an, störend zu werden.

Die Handhabung des Otokalorimeters und des Otogoniometers

Der Kopf des sitzenden Patienten ist dabei zwischen Vorratsgefäß und Meßgefäß und wird mittels Kopfstütze fixiert.

Abb. 5
Die Handhabung der Spülvorrichtung nach BRÜNINGS

Die Kopfstange wird dem Patienten so um die Stirn geklemmt, daß der heruntergeklappte Richtstab (d) bei aufrechter Kopfhaltung horizontal steht. Danach wird der Richtstab um 30 Grad nach oben gedreht und der Kopf mit Hilfe der Stütze soweit nach hinten gebeugt, bis der Richtstab vertikal nach oben zeigt. Den Richtspiegel wendet man um 50 Grad nach der dem zu prüfenden Ohr entgegengesetzten Seite. Anschließend wird das Spiegelchen solange in der Fassungshülle gedreht,bis dem Patienten ein Gegenstand seiner Umgebung sichtbar wird (=Fixationsmarke).
Nach Füllung des Vorratsgefäßes bringt man den Kopf des Patienten in die Optimumstellung I des horizontalen Bogenganges und setzt die Spülolive in den Gehörgang ein. Die Ohrmuschel wird dabei mit der einen Hand nach hinten oben gestreckt, mit der anderen Hand wird der Hahn des Vorratsgefäßes geöffnet.

Allein aus dieser Beschreibung sieht man, wie umständlich sich die calorische Prüfung mit dem Otokalorimeter ausführen läßt.

Diese Vorrichtung wurde von verschiedenen Seiten kritisiert.
Ernst WODAK:
"BRÜNINGS konstruierte 1911 das sogenannte Otokalorimeter, mit dessen Hilfe die bis zum Auftreten der ersten Nystagmusschläge verwendete Wassermenge gemessen werden konnte.
Nach BRÜNINGS Meinung sollte das ein Maßstab für die Erregbarkeit des Vestibularapparates sein.
Spätere Beobachtungen anderer Autoren ergaben jedoch, daß diese Korrelation zwischen Spülmenge und Erregbarkeit nicht zu Recht besteht, jedenfalls nicht an einer Klinik verwertbaren Weise."
KOBRAK und GRAHE fanden mit der Schwachreizmethode, daß Labyrinthe auf Massenspülung mit dem Otokalorimeter nur gering oder gar nicht, bei der Schwachreizmethode aber gut reagierten.
Zusammenfassend ergibt sich über das BRÜNINGSsche Otokalorimeter und Otogoniometer folgende Kritik: Das Otokalorimeter ist die erste Spülapparatur, die eine Vorrichtung für den Wasserabfluß berücksichtigt. Voraussetzung aber hierfür ist

die Dünnwandigkeit der Hohlolive, da sonst das am Zufluß befindliche Fahrradventil den Abfluß versperrt. Bei den noch im Handel befindlichen Exemplaren ist die Dünnwandigkeit aus technischen Gründen nicht gewährleistet.
BRÜNINGS hatte versucht, mit der Spülolive den äußeren knöchernen Gehörgang abzudichten. Da dieser aber oft in seinem Lumen variiert, mußte dieser Versuch scheitern. Besser wäre eine Abdichtung des cavum conchae gewesen, da durch die Elastizität des Tragus die verschiedenen Weiten des cavums ausgeglichen werden.

Variationen der Spülolive

PLUM hat eine Spülolive in Anlehnung an die BRÜNINGSsche gebaut, diese aber als Dreiweghahn ausgebildet, so daß man bis zum Eintritt der gewünschten Temperatur das Spülwasser unbenutzt ablaufen lassen kann.

Der Statokineter

Verwandt mit dem Otokalorimeter ist der von QUIX angegebene Apparat, der sogenannte Statokineter, der von der Versuchsperson tornisterartig getragen wird und eine Durchspülung des Gehörgangs ähnlich wie beim Otokalorimeter, aber auch in verschiedenen Körperstellungen und im Gehen gestattet (Fallneigung, Gangabweichung). Die treibende Kraft für die Strömung des Wassers ist hier der durch Federdruck betriebene Stempel eines wärmeisolierten Vorratsgefäßes.

Leider konnte sich das BRÜNINGSsche Otokalorimeter nicht durchsetzen, es war in der Ausführung noch zu kompliziert und für den Routinegebrauch zu unhandlich. Es bleibt bis auf den heutigen Tag die einzige Spülvorrichtung, die versucht, die calorische Funktionsprüfung quantitativ auszuwerten.
Verbessert hat sich dagegen die Methodik der calorischen Prüfung, die von BARANY bereits entwickelt und von FITZGERALD und HALLPIKE 1942 ausgebaut und praktikabler gemacht wurde.

b) Die HALLPIKE-Methode

Die HALLPIKE-Methode besteht in einer 40 Sekunden langen Irrigatorspülung mit Wasser von 30° bzw. 44°C, wobei in jedem Falle jedes Ohr sowohl kalt als auch warm gespült wird. Die Untersuchung findet am liegenden Patienten mit 30 Grad erhobenem Oberkörper und Kopf statt, so daß bei normaler Stellung der Halswirbelsäule der horizontale Bogengang senkrecht im Raume steht (Optimumstellung I nach BRÜNINGS). Die Augenbewegungen des Patienten werden im Hellen aus 30 cm Entfernung beobachtet. Der Blick des Patienten ist dabei geradeaus gerichtet. Die Messung der Nystagmusdauer ab Spülbeginn und deren übersichtliche Aufzeichnung werden in einer Zeitskala ausgeführt, deren Genauigkeit und Übersichtlichkeit noch Wünsche offen läßt. Das Wasser wird aus einem thermostatisch regulierten Wasserbehälter entnommen. In der Praxis muß der Wasserbehälter für jede Prüfung frisch eingefüllt werden. Dabei wird kaltes und warmes Leitungswasser in diesem gemischt. Zu diesem Zweck empfiehlt sich der Gebrauch eines perforierten Kolben, an dem ein Thermometer befestigt ist. Die Temperatur wird ungefähr auf ein Grad über die gewünschte Temperatur eingestellt. Eine feine Einstellung wird dann erzielt, wenn kaltes Wasser rund um die Basis des Behälters fließt, wodurch der Inhalt konstant gemischt gehalten wird.
Durch ein Mundstück wird das Wasser, das in seiner Menge zwischen 250 und 500 ccm variiert, zur hinteren oberen Gehörgangswand geleitet. Das Mundstück besteht aus Ebonit oder aus einem anderen plastischen Material. Der in das Ohr eingebrachte Teil mißt ca. 10 mm. Die Spitze ist abgerundet, eine an der Basis angebrachte Flansche verhindert das zu tiefe Eindringen des Mundstückes in den Gehörgang. Die Flansche ist teilweise abgetragen, so daß das Wasser ungehindert aus dem Ohr herausfließen kann. Der innere Durchmesser des Mundstückes beträgt 4 mm.

Versuchsanordnung:

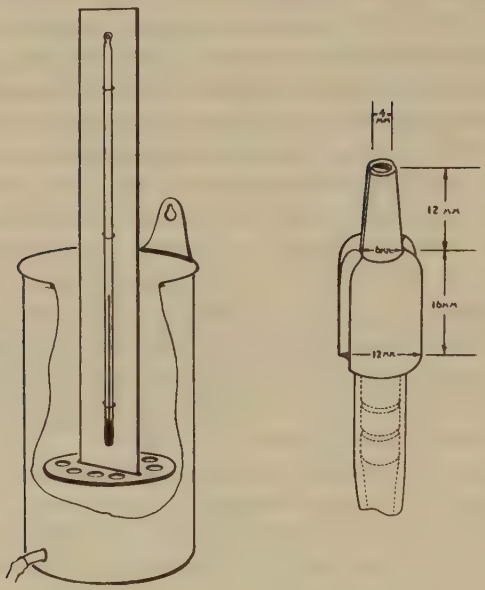


Abb. 6 Spülvorrichtung nach HALLPIKE

Der bei der calorischen Prüfung verursachte Nystagmus dauert bei einem gesunden Patienten 1,5 bis 2,5 Minuten, ist leicht zu beobachten und wird selten von Schwindel und Erbrechen begleitet. Die genaue Schätzung der Nystagmusdauer hängt von der Beobachtungsmethode ab. BARTELs Gläser werden zur Beseitigung der Fixation nicht empfohlen, weil sie die Reaktion durch Aufhebung der visuellen Fixation verlängern und der genaue Zeitpunkt des Nystagmusendes angeblich nicht bestimmt werden kann.

FITZGERALD und HALLPIKE beschränken ihre Beobachtungen auf den Nystagmus, der beim Blick geradeaus ohne Leuchtbrille auftritt. Der Nystagmus wird von zwei ! Untersuchern beobachtet, die auf jeder Seite der Untersuchungsliege stehen und reflektiertes Licht von Kopfspiegeln benutzen.

Die Beobachtungen werden in einer Entfernung von 30 cm durchgeführt und sind in den frühen Reaktionsstadien zu unterbrechen, um Ermüdungen zu vermeiden. Das Zeitintervall beläuft sich von der Applikation des Reizes bis zum Ende des Nystagmus. Die Messung wird mit einer Stoppuhr durchgeführt. Die Zeit für einen Test beträgt etwa 4 Minuten. Bei jedem Patienten werden 4 Teste durchgeführt mit einem Zeitintervall von mindestens 5 Minuten zwischen den einzelnen Untersuchungen.

Vorteile:

Neu an der HALLPIKE-Methode ist die Lagerung des Patienten, die Festlegung der Wassertemperaturen (30°C und 44°C bedeuten eine Differenz von 7°C zur Körpertemperatur) und die Spüldauer, die aber inzwischen auf 30 Sekunden reduziert wurde. Mit der HALLPIKE-Methode können Prüfungsergebnisse reproduziert werden. Die Massenspülung wurde schon von BARANY und BRÜNINGS durchgeführt, wenn auch im Sitzen. Die Technik der calorischen Prüfung hat sich dadurch nicht wesentlich verbessert.

Nachteile:

Durch visuelle Fixation wird der Nystagmus gehemmt. Die Massenspülung führt zur Durchnässung des Patienten. Die Spülapparatur, die HALLPIKE bei seinen Untersuchungen benutzt, besitzt keine Vorrichtung für den Wasserabfluß. Thermostate werden heute nicht mehr zur Regulierung der Temperatur verwendet.

Die HALLPIKE-Methode hat sich an den Kliniken mit der Modifikation durchgesetzt, daß zwar im Liegen, aber im Gegensatz zu HALLPIKE mit geschlossenen Augen und nystagmographischer Registrierung der Augenbewegungen gespült wird.

II. c) Der Spülturm

FRENZEL hat in den letzten Jahren (1959) die von FITZGERALD und HALLPIKE 1942 angegebene sog. HALLPIKE-Methode der thermischen Vestibularisprüfung erprobt. Dabei sind Untersuchungsfehler zu berücksichtigen, wie sie am ehesten durch unzureichende Abkühlung oder Erwärmung infolge Störungen des Wasserwechsels im Gehörgang zustande kommen, was besonders bei anatomischen ungünstigen und stark gewundenen Gehörgängen der Fall sein kann. Um derartigen Fehlern vorzubeugen, ist FRENZEL zur grundsätzlichen Gehörgangsfüllung unter Sicht übergegangen.
FRENZEL benutzte einen Vierersatz Ohrtrichter der üblichen Kaliber mit "geeigneten" Handgriffen.

Abb. 7
Modifizierter Ohrtrichter nach FRENZEL

Mit diesem Trichter wird unter Spiegelbeleuchtung das Trommelfell eingestellt.
Eine Spiegelung der Trommelfelle muß wie üblich vorangegangen sein. Ferner benutzte FRENZEL einen in der Urologie gebräuchlichen Spülhandgriff mit Hahn mit geringfügigen Änderungen. Er brachte an dem Spülhandgriff auch einen Ring und eine Metallamelle an. Der Ring diente zum besseren Halt und die Lamelle zum Abhängen des Handgriffes am Irrigatorrand.
Das Vorderstück des Handgriffes ist auf einen Konus Nr. 3 abgedreht, auf den das abgewinkelte Spülröhrchen aufgesetzt wird. Die Länge dieses Spülröhrchens ist so bemessen, daß es bei vorschriftsmäßiger Einführung in den Ohrtrichter

dessen Ende nicht überragt, so daß eine Gehörgangsberührung vermieden wird. Dies ist ein wichtiger Punkt, weil die stets schmerzhafte Gehörgangsberührung zu einer "störenden Verkrampfung" des Patienten zu führen pflegt.
Zur calorischen Prüfung müssen gemäß der HALLPIKE-Methode streng eingehalten werden:

Temperaturen,
ausreichender Abfluß,
die Spülzeiten und
der richtige Beobachtungsabstand von 30 cm.

Zum Unterschied zur HALLPIKE-Methode benutzte FRENZEL eine Leuchtbrille. In England wird auf die Leuchtbrille verzichtet, da die Spülung für die calorische Prüfung im Hellen stattfindet (=Vereinfachung).
Vorteile dieser Spülvorrichtung:

Die Benutzung eines Spülhandgriffes mit Absperrhahn hat den Vorteil, daß unmittelbar nach dem Ende der Spülung der durch den Hahn verschlossene Handgriff abgehängt und mit der Beobachtung begonnen werden kann.
Im Gegensatz zur Original-HALLPIKE-Methode kann ein Untersucher allein die thermische Prüfung durchführen.

Nachteile:
Die an den Ohrtrichtern angebrachten Handgriffe sind bei der Spülung hinderlich. Außerdem hat diese Spülapparatur keine Vorrichtung für den Wasserabfluß.

II d) Das Modell Harzburg

Neuerdings wird auf dem deutschen Markt ein anderes Gerät für die calorische Prüfung angeboten.
Das Spülgerät besteht aus dem Vorwärmbehälter (B), dem Spülhandgriff (G) und den verschiedenen Spülansätzen.
Der Vorwärmbehälter dient zur Vortemperierung des Leitungswassers und ist mittels eines Bügels an der Wand befestigt.

Die Heizleistung des Behälters beträgt 150 Watt. Durch elektrische Temperaturregelung mittels Thermostat wird die Temperatur selbsttätig auf 38°C eingestellt.
Durch einen zusätzlichen Wasserhahn kann kaltes Wasser beigemischt werden. Steht der Kunststoffdrehknopf auf dem roten Punkt, fließt vorgewärmtes Wasser zur Spritze. Durch Drehung in Richtung auf den schwarzen Punkt wird immer mehr kaltes Wasser beigemengt, bis bei senkrechter Stellung des Griffes nur kaltes Wasser in den Schlauch fließt.
Der Spülhandgriff (G) wird durch eine 30-Watt-Heizpatrone erwärmt und mittels eines Thermostates auf 39°C eingestellt.

Der Wasserstrahl kann durch einen Daumenhebel vom Tropfen bis zum scharfen Strahl reguliert werden. Die Schraube im Daumenhebel ermöglicht eine Begrenzung des Durchflusses bzw. Druckes.

Bedienung des Gerätes:

Die Abstellhähne werden geöffnet, der Schalter im Schukostecker eingeschaltet zur Beheizung von Vorwärmbehälter und Spritze.
Nach ca. 10-12 Minuten ist das Wasser vorgewärmt und die Spritze einsatzbereit.
Werden größere Mengen temperierten Wassers abgespritzt, müssen kürzere Zwischenpausen zur Aufheizung des Gerätes eingelegt werden.

Kritik dieses Gerätes:
Der Wasserabfluß ist nicht verbessert, er erfolgt in üblicher Weise meist über Hals, Wirbelsäule und Kleidung des Patienten.
Die Temperaturkonstanz ist nur in Ausnahmefällen gewährleistet; die Temperatur des Wassers schwankt während der Spülung bei einzelnen Geräten bis zu $\pm$ 5°C. Das Gerät eignet sich deshalb weit eher zur Ceruminalspülung als zur calorischen Prüfung.
Außerdem entsteht ein elektrisches Feld. Eine gleichzeitige nystagmographische Registrierung ist bei eingeschaltetem Apparat nicht möglich.

Zusammenfassung :

Bei den meisten heute gebräuchlichen Spülapparaturen ist das augenscheinlichste Merkmal, daß zwar der Wasserzufluß einigermaßen gewährleistet, jedoch, wenn man vom Otokalorimeter absieht, keine Vorrichtung für den Wasserabfluß vorhanden ist. Das Spülwasser fließt in den äußeren Gehörgang, nimmt dann aber von dort beim Rückfluß unkontrolliert seinen Weg und durchnäßt den Patienten besonders bei Massenspülungen meist mehr oder weniger unangenehm.

C. Eigene Vorrichtung für die calorische Nystagmusprüfung

I. Entwicklungs- und Konstruktionsweg des Ohrverschlußstückes zur Abdichtung des cavum conchae

Unser Ziel war zunächst die Herstellung eines Ohrverschlußstückes, das den Zu- und Abfluß des Spülwassers in sich vereinigt und außerdem das cavum conchae abdichtet.

Als Material zur Herstellung des Ohrverschlußstückes wurde zunächst das glasklare Kaltpolimerisat "Paladur" benutzt, ein Kunststoffpräparat, das in der Zahnheilkunde Verwendung findet.
Das "Paladur" besteht aus Pulver und Flüssigkeit und ergibt bei einem Mischungsverhältnis von 1:1 in ca. einer halben Stunde ein glasklares Polimerisat.
Als Matrize für die Anfertigung des Ohrverschlusses diente ein in der Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde üblicher Ohrtrichter. Die Innenseite wurde mit Vaseline eingefettet und anschließend mit "angeteigtem Paladur" gefüllt. Nach ca. 30 Minuten konnte die fertige Form aus dem Trichter herausgeklopft werden. Anschließend wurde sie in einen Schraubstock gespannt und zwei Kanäle für den Zu- und Abfluß des Spülwassers dicht nebeneinander gebohrt, wobei der Durchmesser des Abflußkanals um die Hälfte kleiner gebohrt wurde als der des Zuflußkanals. Hierdurch wird während der Spülung auf Grund des Hagen-Poiseuilleschen Gesetzes: $V = \frac{\pi (p_1 - p_2) a^4 t}{8 l \eta}$ ein Stau im Gehörgang erzielt, da der Rückfluß um das 16-fache verringert ist als der Zufluß.

Abb. 8
Ohrverschlußstück gefertigt nach den gebräuchlichen Ohrtrichtern.

a) Für die ersten Spülversuche wurde der Spülhandgriff der Firma STORZ (Tuttlingen) benutzt. Das vordere Arbeitsende des Handgriffes wurde auf einer Drehbank soweit verjüngt, bis es in die Zuflußbohrung des Kunststoffkegelstumpfes stramm hineinpaßte, aber noch eine Drehung auf demselben möglich war. Hiermit ließ sich erreichen, daß das Ohrverschlußstück sowohl für das rechte wie auch das linke Ohr verwendet werden konnte.
Vor dem Druckknopf, der den Wasserzufluß und Wasserstop reguliert, wurde durch ein Bohrloch ein Thermometer eingesteckt, damit möglichst nah am Ohr die Spülwassertemperatur abzulesen war.
Das hintere Ende des Handgriffes wurde durch einen Schlauch, der sich nach etwa 20 cm aufgabelt, mit zwei Dewargefäßen verbunden, die Wasser von 30°C und 44°C enthielten.
Für den Abfluß des Spülwassers wurde in die Abflußbohrung des Kegelstumpfes 3-4 mm tief ein Metallröhrchen eingelassen, das an seinem herausragenden Ende einen Schlauch trug, der zu einem Auffanggefäß führte.

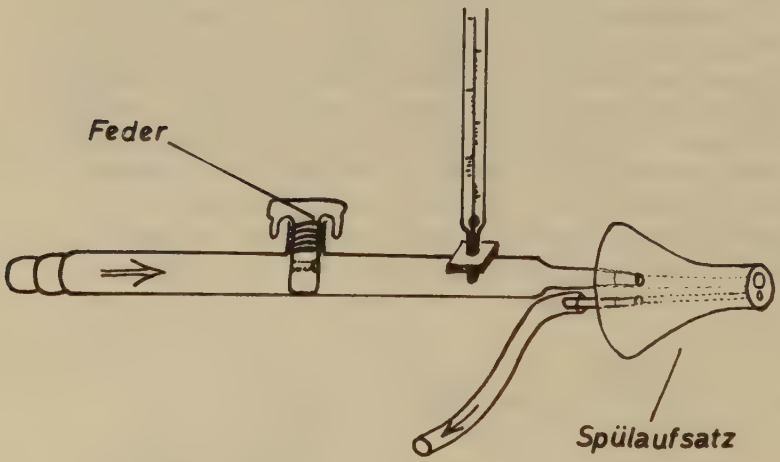


Abb. 9 Spülhandgriff der Fa. STORZ mit aufgesetztem Ohrspülverschluß

Ergebnisse aus den ersten Spülversuchen mit dem neu entwickelten Ohrverschlußstück am Spülhandgriff der Firma STORZ, Tuttlingen:

1. Das Funktionsende des Spülverschlusses schmerzt beim Einführen in die Gehörgänge.
2. Die meisten Gehörgänge werden bei der Spülung nicht genügend abgedichtet, so daß das Wasser ungehindert aus dem Ohr fließen kann und den Patienten mehr oder weniger unangenehm durchnäßt.

b) Diese Fehlerquellen versuchten wir einmal durch Abrunden des kantigen Funktionsendes zum anderen durch Anbringen von olivartigen Wülsten an dem Ohrverschlußstück zu beseitigen.

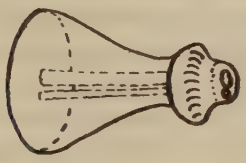


Abb. 10
Ohrverschlußstück mit olivartigen Wülsten am Funktionsende.

Weitere Spülversuche ergaben jedoch, daß auch die olivartigen Wülste die Gehörgänge nicht genügend abdichteten. Schmerzen dagegen traten beim Einführen des Ohrverschlußstückes in den Gehörgang nicht mehr auf.
Nach orientierenden Messungen an äußeren Gehörgängen von Patienten zeigte sich, daß diese zu sehr in ihrem Lumen variieren, als daß sie mit festem Material wasserdicht abgeschlossen werden könnten.
Außerdem ist ihre Starrwandigkeit ein großer Nachteil. Man kann dieses Problem nur lösen, wenn man versucht, das cavum conchae abzudichten, weil ja der knorplige Tragus jederzeit bei größerem Ohrverschlußstück nachgibt.

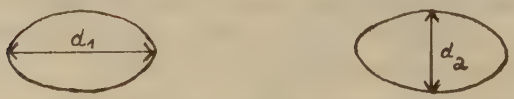
c) Abdrücke des cavum conchae von 60 Patienten.
Zur genauen Untersuchung wurden bei 60 Patienten Abdrücke vom cavum conchae und dem vorderen Teil des Gehörganges gemacht.
Als Abdruckmaterial diente Stents, eine plastische Abformmasse, die in der Zahnheilkunde und in der Hals-, Nasen- und

Ohrenheilkunde verwendet wird.
Zur Verarbeitung wurde dieses Material im Wasserbad bei einer Temperatur von 60°-70°C.erweicht und dann nach gutem Durchkneten in das Ohr hineingedrückt. Kurze Zeit darauf begann das Material zu erhärten, und es wurde in halbplastischem Zustand aus dem Ohr gezogen.

d) Diese Ohrabdrücke = Patrizen wurden mit einem Alginat abgeformt. Alginat ist ein elastisches Abdruckmaterial, das beim Lagern an der Luft einem Schrumpfungsvorgang unterliegt. Deshalb war es angezeigt, die Abform sofort auszugießen. Durch die Elastizität des Materials war es möglich, die Gehörgangsabdrücke ohne Beschädigung nach kurzer Zeit aus dem Alginat zu entfernen. Die entstandenen Hohlräume = Matrizen wurden dann mit glasklarem Paladur ausgegossen = Patrizen.

e)Nach diesen Patrizen versuchten wir erneut die Form des Ohrverschlußstückes zu gestalten. Der Eingang des cavum conchae zum Gehörgang beschreibt den Umfang einer Ellipse. Aus diesem Grunde gestalteten wir das Funktionsende des Ohrverschlußstückes ellipsoid. Wir bezeichneten den größeren Durchmesser der Ellipse "d_1", den kleineren "d_2" ($d_1 > d_2$). Es galt nun die günstigsten Durchmesser zu finden, um einen Ohrverschluß gestalten zu können, der die verschiedenen cava der Patienten einwandfrei abdichten kann.
Die Messungen an den Patrizen ergaben sieben Werte für d_1 und sieben Werte für d_2.

60 Messungen : 60 Messungen



Die folgende Tabelle zeigt für d_1 Werte von 8 mm bis 14 mm und für d_2 Werte von 5 mm bis II mm (Tab. I)

d_1 in mm	Anzahl von 60 Messungen	in %	d_2 in mm	Anzahl von 60 Messungen	in %
8	1	1,7	5	2	3
9	3	5	6	1	1,7
10	13	20	7	7	11
11	21	35	8	10	20
12	16	26	9	22	38
13	5	10	10	17	27
14	2	3	11	2	3

Tab. I Messungsergebnisse der beiden Durchmesser d_1 und d_2

Auf Grund dieser Werte stellte sich heraus, daß in der Überzahl die Durchmesser der cava die Größen 11:9 und 12:10 mm haben.
Wegen der Elastizität des Tragus entschlossen wir uns, das Funktionsende des Ohrverschlußstückes nach den Maßen 12:10 mm zu konstruieren.
Bei Spülversuchen zeigte sich, wie vermutet, daß dieses Ohrverschlußstück die cava einwandfrei abdichtete, jedoch das Wasser bei den meisten Spülungen nicht mehr seinen Weg durch die Abflußbohrung des Ohrverschlußstückes nahm, weil sich der Gehörgang nicht genügend entfaltet.

f) Aus diesem Grunde wurde das Funktionsende nochmals verändert. Die Zu- und Abflußbohrungen, die bisher getrennt am Funktionsende mündeten, wurden hier zu einer Art Kloake gestaltet, um einen besseren Wasserzu- und abfluß zu gewährleisten.

Abb. 11
Die Kloakenöffnung des Ohrverschlußstückes.

Weitere Spülversuche ergaben, daß der Spülwasserabfluß nun tadellos funktionierte, aber bei über 60 % der Patienten kein Nystagmus bei der calorischen Prüfung hervorgerufen werden konnte.
Wir stellten fest, daß das einschießende Spülwasser gegen die sich nach dorsal umbiegenden Gehörgangswände prallte und seinen Weg nicht unmittelbar in Richtung Trommelfell nahm. Das Funktionsende des Ohrverschlußstückes mußte also in einem bestimmten Winkel abgeschrägt werden.
Um den Neigungswinkel des Funktionsendes zu bestimmen, nahmen wir Winkelmessungen an den Patrizen der vorhandenen Abdrücke vor. Und zwar bestimmten wir den Winkel, den der äußere Gehörgang mit dem cavum conchae bildet (Tab. 2).

60 Winkelmessungen

Winkelgrade	Anzahl von 60 Messungen	in %
110	6	10
115	8	13
121	11	18
127	5	9
136	13	21
153	12	20
172	5	9

Tab. 2 Werte von 60 Winkelmessungen

Die Winkelmessungen ergaben sieben Werte, wobei die Winkel 136° und 153° in gehäufter Zahl vorkommen.
Nach diesen beiden Winkelmaßen richteten wir uns in der Gestaltung des Funktionsendes des Ohrverschlußstückes.
In Berücksichtigung der Anzahl der im stumpfen Winkel von 172° abbiegenden Gehörgänge ergab sich der Winkel von 150° als Mittelwert. Der Ergänzungswinkel zu 180° ist somit 30°. Dieser Ergänzungswinkel ist der Neigungswinkel der Kloakenöffnungsfläche.

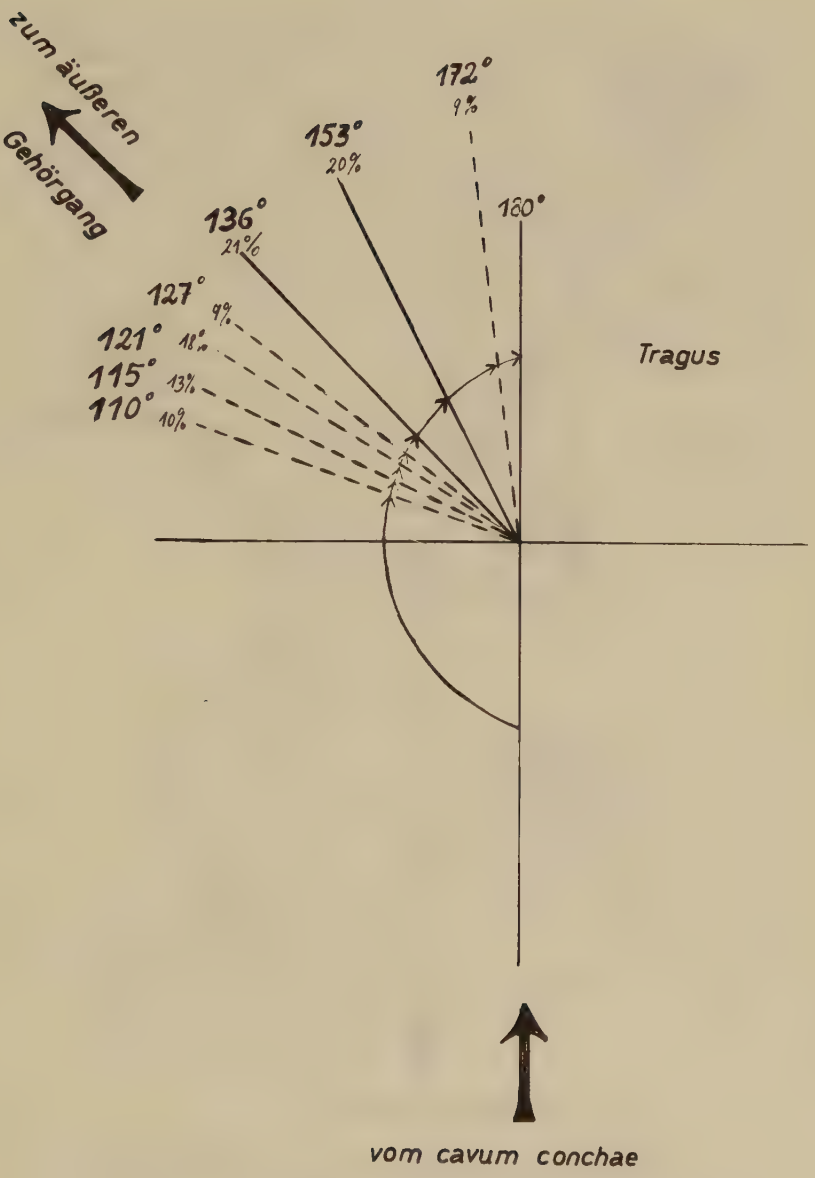


Abb. 12 Die Winkelmaße, die das cavum conchae zum äußeren Gehörgang bildet.

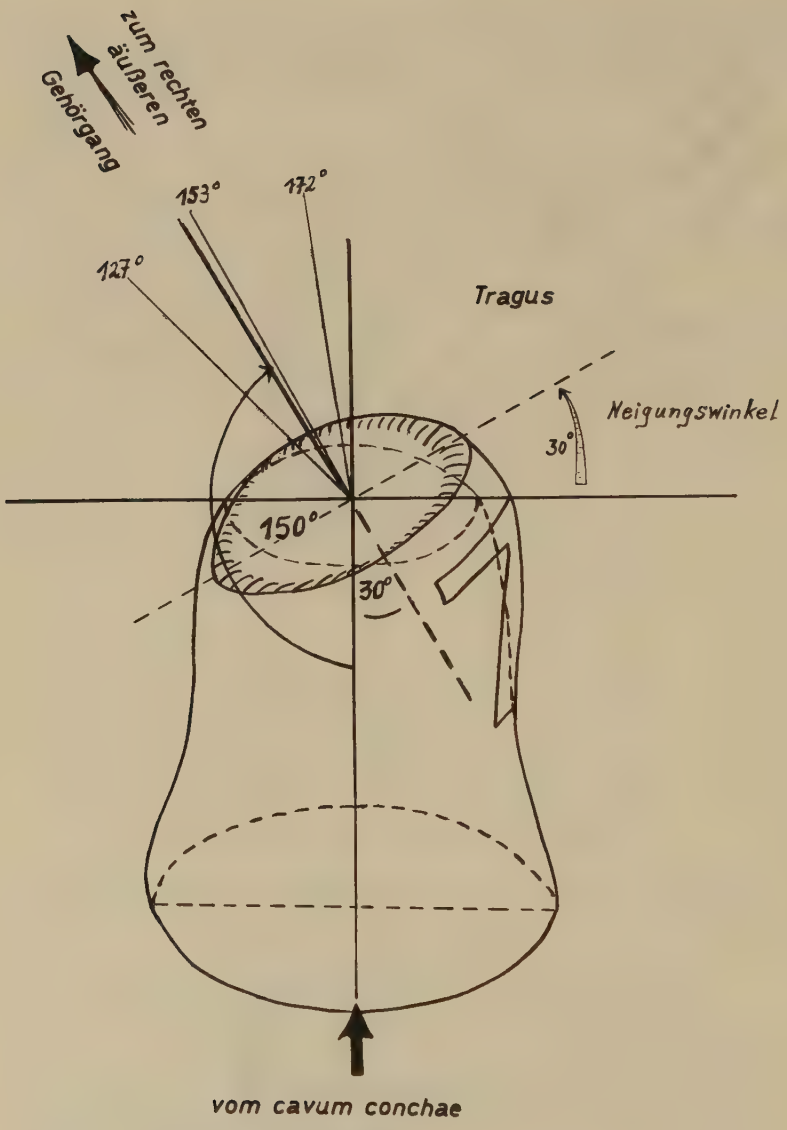


Abb. 13 Die Neigungsfläche der Kloakenöffnung.

Ergebnis: Durch die Neigung der Kloakenöffnungsfläche wurde der Zufluß des Spülwassers zum Trommelfell verbessert; aber bei extrem abgekrümmten und engen Gehörgängen ließ sich auch hier beim Spülen kein Nystagmus erzeugen.
Erst das Anbringen eines Ventilgummis ähnlich BRÜNINGS an der Zuflußbohrung des Ohrverschlußstückes beseitigte nahezu diese Fehlerquelle. Zu diesem Zweck mußte in die Zuflußbohrung ein Metallröhrchen eingelassen werden, das kurz vor der Mündung in die Kloake ein Ventilgummi übergestülpt bekam.

Außerdem wurde in das neu entstandene Ohrverschlußstück zum Unterschied zu den vorhergehenden der Abflußkanal seitlich mittels eines Metallröhrchens eingelassen.

Ergebnis: Das Ohrverschlußstück funktionierte nun zufriedenstellend.

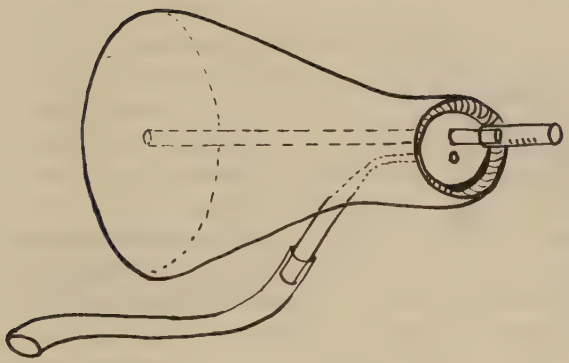


Abb. 14 Ohrverschlußstück mit Ventilgummi und seitlichem Abflußrohr.

g) Damit der Spülverschluß für das rechte wie auch das linke Ohr verwendet werden kann, stellten wir unter Benutzung einer Drehbank einen Metallkegelstumpf her, durch den Zu- und Abflußkanäle getrennt verlaufen. Das Zuflußröhrchen ragt aus dem Stumpfende des Metallkegels heraus und trägt das Ventil. Zu diesem Metallkegelstumpf fertigten wir das vorher beschriebene Ohrverschlußstück aus Kunststoff, das genau auf den Metallkern paßt und sich auf diesem leicht drehen läßt.
Durch die Drehbarkeit des Ohrverschlußstückes auf dem Metallkegel ist es nun möglich, dieses sowohl für das rechte wie auch das linke Ohr zu verwenden. Dabei ist zu beachten, daß die konvexe Seite des Spülverschlusses jeweils zum Tragus zeigt, da dieser durch seine Elastizität bei größerem Ohrverschlußstück nachgibt.
Die Gestaltung der Kloakenöffnung war auch hier möglich, indem der Metallkern kürzer gefertigt wurde als der Kunststoffspülverschluß.

Abb. 15
Metallkegelstumpf mit aufgesetztem Kunststoffspülverschluß.

h) Die Herstellung des Ohrverschlußstückes aus dem Heißpolimerisat Paladon.

Durch die Dicke des Spülverschlusses und die Reaktionswärme des glasklaren Paladurs bei der Kaltpolymerisation entstanden im Inneren des Kunststoffkörpers feine Bläschen, die das Aussehen des Endproduktes "milchig" erscheinen ließen. Aus diesem Grunde stellten wir noch einen Spülverschluß aus glasklarem Paladon her. Paladon ist ein Heißpolymerisat, das in der Zahnheilkunde zur Herstellung von "Kieferorthopädischen Apparaturen" verwendet wird.

Arbeitsgang:

Als Patrize benutzten wir einen Spülverschluß aus glasklarem Paladur.

1. In den Hohlraum des Ohrspülverschlußstückes wird Silikon gefüllt, das nach dem Abbinden zu einer Gummimasse erstarrt.
   Als zusätzliche Versteifung und Retention wird ein Metalldorn vor dem Abbinden in die Gummimasse eingeführt.
2. Die Außenfläche des Spülverschlusses aus Paladur wird anschließend in Moldano (blauer Hartgips) eingebettet.
3. Nach dem Gegenguß in Moldano wurde die Küvette auseinandergenommen, entfettet und der Spülverschluß aus Paladur entfernt.
4. Die Hohlraummatrize wurde mit de Treys Isolierlösung isoliert.
5. Das angeteigte Paladon 65 wurde in den Hohlraum gestopft, die Küvette anschließend verschlossen und gepreßt.
6. Heißpolymerisation.
7. Ausarbeitung und Politur.

Damit keine Unklarheit über das richtige Einführen des Ohrverschlußstückes in den Gehörgang entsteht, wurde ein metallenes "T" in den Kunststoff einpolymerisiert. Das metallene "T" muß bei der calorischen Prüfung (Spülung) auf dem Tragus des zu untersuchenden Patienten zu liegen kommen.

Abb. 16
Spülverschlußstück
mit eingearbeitetem "T"

-.-.-.-.-

Da der Spülhandgriff trotz Änderung nachfolgende Mängel aufwies, mußte auch dieser neu gestaltet werden:

1. Das Druckventil ließ sich nur schwer betätigen und klemmte nach längerem Gebrauch.
2. Das eingesteckte Thermometer schloß nicht wasserdicht mit dem Handgriff ab. Außerdem störte das senkrecht herausragende Thermometer erheblich beim Spülen und wurde öfters beschädigt.
3. Das vordere Arbeitsende des Spülhandgriffes schloß nicht wasserdicht mit dem Spülverschluß ab.

Aus diesen Gründen war es jetzt unser Ziel einen Handgriff zu konstruieren, der Zu- und Abflußrohre, Winkelthermometer und den Metallansatz zum Aufsetzen des Ohrverschlußstückes in sich vereinigt.

II. Konstruktion des Handgriffes für den Spülverschluß

1. Beschreibung des Handgriffes.

a) Gesamtbild des Handgriffes.

Der Handgriff hat die Form eines Quaders, der an einer Stirnseite im Winkel von 45 Grad abgeschrägt ist. Er besteht aus glasklarem Kunststoff, in den die einzelnen Teile wie Zu- und Abflußrohre, Winkelthermometer und Verbindungsschläuche in ausgefräste Hohlräume eingelegt sind.
Auf der angeschrägten Stirnfläche des Kunststoffhandgriffes befindet sich das metallene Ansatzstück mit dem Spülverschluß.

Die einzelnen Funktionsteile des Handgriffes werden von dünnen Kunststoffplättchen auf den Mantelseiten des Quaders abgedeckt. Diese Deckplättchen sind in das Niveau der Mantelseiten des Quaders eingelassen; sie haben eine Dicke von ca. 1 mm und sind durch kleine Schräubchen mit dem Kunststoffkörper verbunden.
So entsteht der Eindruck, als seien die Funktionsteile in den Kunststoff eingeschmolzen.
Das Ausfräsen und Zuschneiden des Kunststoffquaders sowie die Anfertigung der Deckplättchen erfolgte auf der Drehbank.

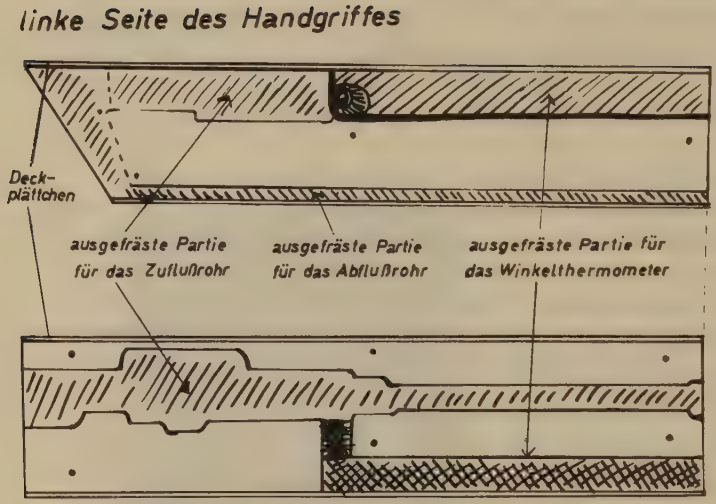


Abb. 17 Kunststoffhandgriff von links und rechts gesehen mit ausgefrästen Partien für die Funktionsteile.

b) Die einzelnen Seiten des Handgriffes und seine Funktionsteile.

α) Topographie.

Der quaderförmige Handgriff hat die Länge von 16,5 cm, eine Breite von 3 cm und eine Tiefe von 2,3 cm. Wegen der Abschrägung der einen Stirnseite (Vorderseite) ist die Unterseite des Handgriffes nur 15 cm lang. In der nun folgenden Beschreibung der einzelnen Seiten ist als "Unterseite" die kleinste Mantelfläche des Handgriffes gemeint.

β) Unterseite des Handgriffes.

Auf der Unterseite des Kunststoffquaders ist eine Rille asymmetrisch eingefräst, worin das Abflußrohr eingebettet liegt. Dieses Rohr ist 16 cm lang, hat einen Durchmesser von 3 mm und eine Wanddicke von 1 mm.

13,8 cm der Länge befinden sich im Kunststoffhandgriff. Eine kleine Nocke am Abflußrohr verleiht diesem eine zusätzliche Retention im Kunststoffkörper.

Ein glasklarer Schlauch verbindet das vordere Ende des Abflußrohres mit dem entsprechenden Röhrchen des metallenen Ansatzstückes.

Das hintere Ende des Abflußrohres, das 2,8 cm über den Kunststoffkörper hinausragt, verdickt sich auf den letzten 1,5 cm olivenförmig und trägt zwei Rillen zum Anschluß des Abflußrohrschlauches.

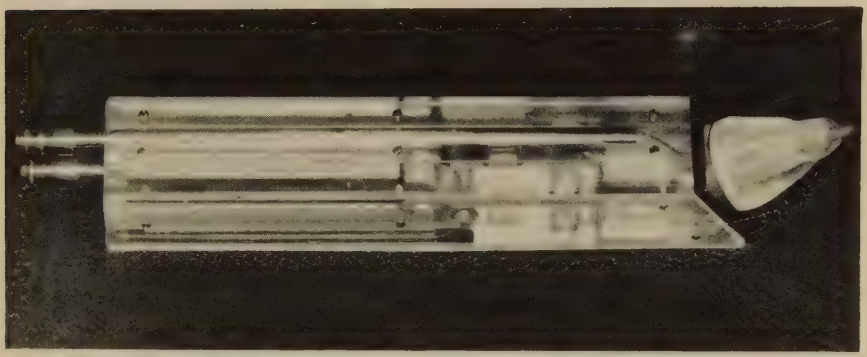


Abb. 18 Die Unterseite des Handgriffes.

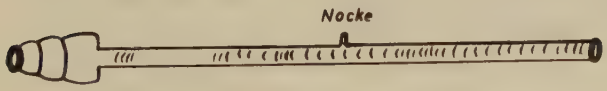


Abb. 19 Das Abflußrohr.

δ) Die Oberseite des Handgriffes.
Das Zuflußrohr liegt senkrecht im Abstande von 1,2 cm über dem Abflußrohr. Es liegt ebenso wie das Abflußrohr in einer ausgefrästen Rille. Das Rohr ist ebenfalls 16 cm lang, hat 3 mm Durchmesser und eine Wanddicke von 1 mm. Das Zuflußrohr liegt 14 cm im Kunststoff, überragt diesen 2,5 cm und endet gleichfalls auf den letzten 1,5 cm in einer Olive zur Aufnahme des Zuflußschlauches.
Im vorderen Drittel ist das Zuflußrohr würfelförmig und quaderförmig ausgebuchtet.
In der würfelförmigen Verdickung ist seitlich ein wasserdichter Gummiring eingelassen, in den ein Winkelthermometer stramm hineingesteckt ist. Somit ragt die Quecksilberampulle des Thermometers direkt in den Strömungslauf des zufließenden Wassers.
Die Skala des Thermometers reicht von 18°C-50°C, liegt parallel zum Zuflußrohr und ist in der Kante des Kunststoffhandgriffes so eingelassen, daß beim Spülen die umgreifende rechte Hand die Skala des Thermometers nicht verdeckt.
In der quaderförmigen Verdickung des Zuflußrohres befindet sich der Hebel für den Wasserzufluß und den Wasserstopp (Küken).
Der gerillte Kipphebel ragt aus der Oberfläche des Kunststoffhandgriffes zur Bedienung heraus. Für den Aktionsradius des Kükens ist ein entsprechender Raum aus dem Kunststoffkörper herausgefräst.
Ein glasklarer Schlauch verbindet das vordere Ende des Zuflußrohres mit dem entsprechenden Röhrchen des metallenen Ansatzstückes.
Als zusätzlichen Halt trägt das Zuflußrohr einen verschieblichen Kunststoffring, der nach Einlegen des Rohres im Kunststoffhandgriff einrastet.

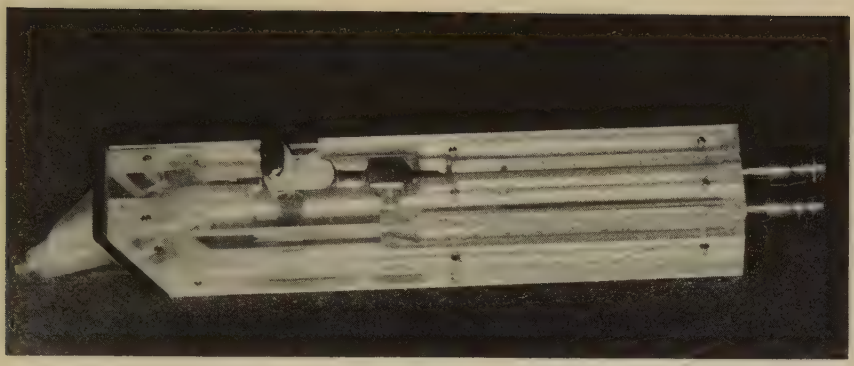


Abb. 20 Oberseite des Handgriffes.

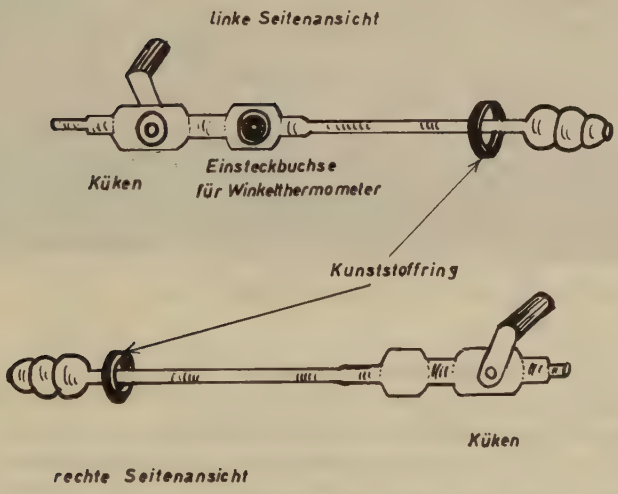


Abb. 21 Das Zuflußrohr.

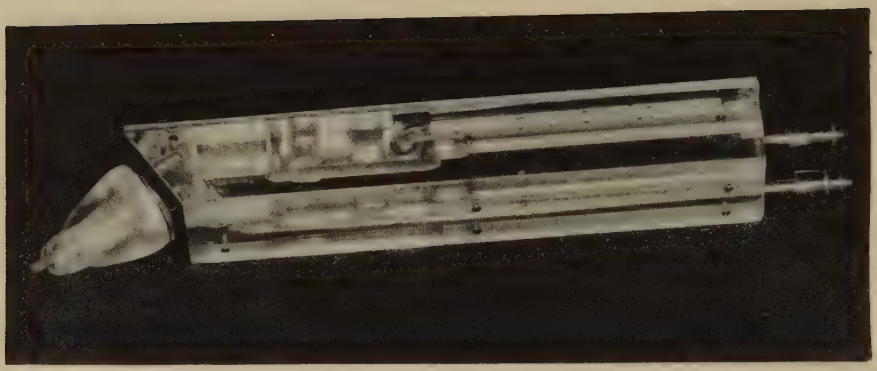


Abb. 22 Linke Seite des Handgriffes mit sichtbarem Thermometer.

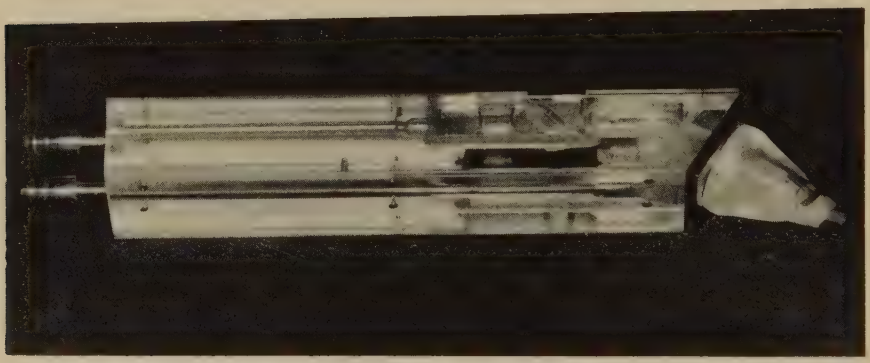


Abb. 23 Rechte Seite des Handgriffes.

δ) Die Stirnseite des Handgriffes.

Die angeschrägte Stirnseite des Handgriffes hat die Fläche eines Quadrates mit der Seitenlänge von 3 cm.
In der Mitte der Fläche ist ein Einschnitt ausgefräst. Hier verbinden glasklare Kunststoffschläuche die Zu- und Abflußrohre des Handstückes mit denen des metallenen Ansatzstückes, das unten noch beschrieben wird.
Zu beiden Seiten des Einschnittes der Stirnseite befinden sich je eine Bohrung für die Schrauben zur Befestigung des metallenen Ansatzstückes.

c) Das metallene Ansatzstück.

Das metallene Ansatzstück beschreibt die gleiche Fläche der Handgriffstirnseite und ist 0,35 cm dick.
Auf der Seite der Metallplatte, die der angeschrägten Stirnseite des Handgriffes zugewandt ist, sind im Zentrum das Zu- und Abflußröhrchen im Winkel von ca. 20 Grad zueinander eingelötet. Der Durchmesser von beiden Röhrchen beträgt 3 mm, die Wanddicke 1 mm.
Die Zu- und Abflußröhrchen des metallenen Ansatzstückes sind, wie oben erwähnt, durch glasklare Kunststoffschläuche mit den Zu- und Abflußrohren des Handstückes verbunden und münden getrennt durch die Metallplatte hindurch auf der anderen Seite in einen metallenen Kegelstumpf.

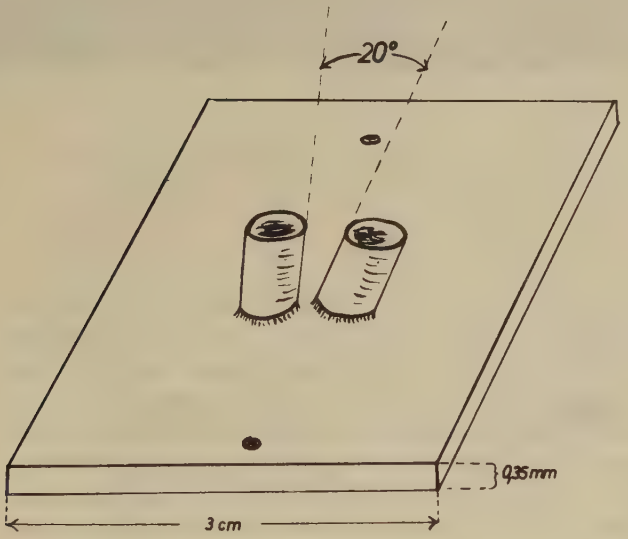


Abb. 24 Unterseite des Metallansatzes.

Der Kegelstumpf ist zentrisch auf der Oberseite der Metallplatte aufgeschweißt und durch ihn führen die Zu- und Abflußbohrungen.
Der Durchmesser des Kegelstumpfes auf der Standfläche beträgt 1 cm und am Stumpfende 0,6 cm. Am Stumpfende ist das Zuflußröhrchen eingelötet mit dem Durchmesser von 2 mm und der Wanddicke von 1 mm. Das Röhrchen ist 1 cm lang und trägt an seinem Ende ein Ventilgummi. Dicht neben dem Zuflußröhrchen befindet sich die Öffnung der Abflußbohrung. Der Durchmesser ist hier um einen halben Millimeter kleiner, damit vor dem Trommelfell ein Wassersee entstehen kann.
Das gesamte Ansatzstück (Metallgrundplatte mit Metallkegelstumpf) ist durch zwei Schrauben an der Kunststoffhandgriffseite befestigt.

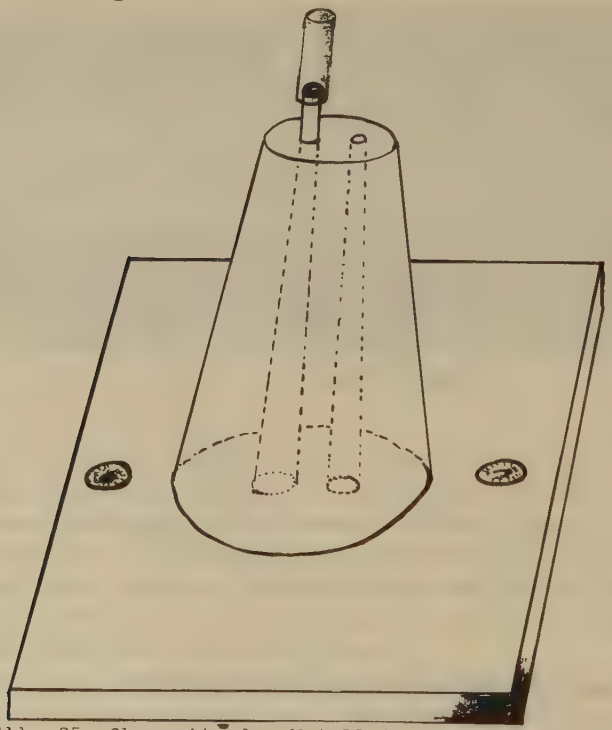


Abb. 25 Oberseite der Metallplatte mit Kegelstumpf.

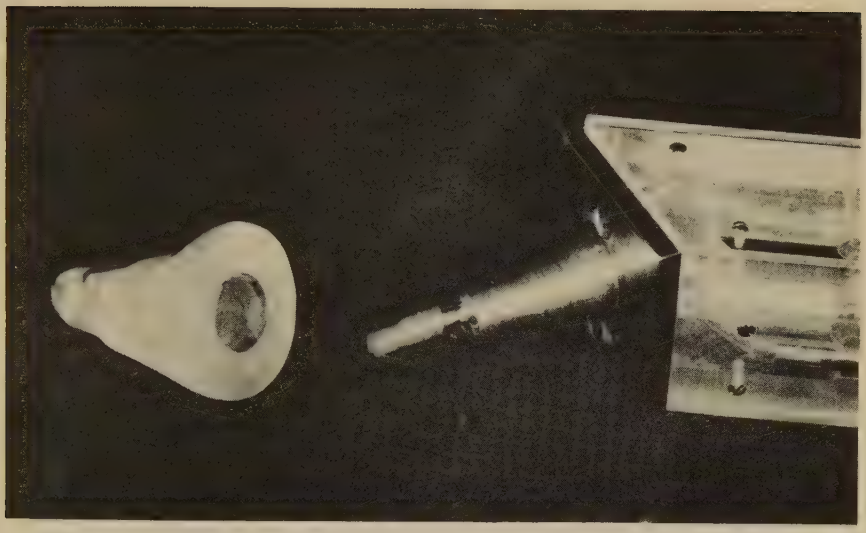


Abb. 26 Metallansatz mit abgezogenem Spülverschluß

Auf dem Metallkegelstumpf ist das Ohrverschlußstück aus Kunststoff gesteckt. Dieses überragt den Kegelstumpf um ca. 1 cm, das aufgelötete Zuflußröhrchen um ca. 5 mm. Das aufgesteckte Ventilgummi ragt etwa 8 mm über die Öffnung des Spülverschlusses. Da der Hohlraum des Spülverschlusses den Maßen des Kegelstumpfes entspricht, steckt der Spülverschluß eng an und hat durch die Wandreibung gute Retention, andererseits ist dieser auch gut drehbar.

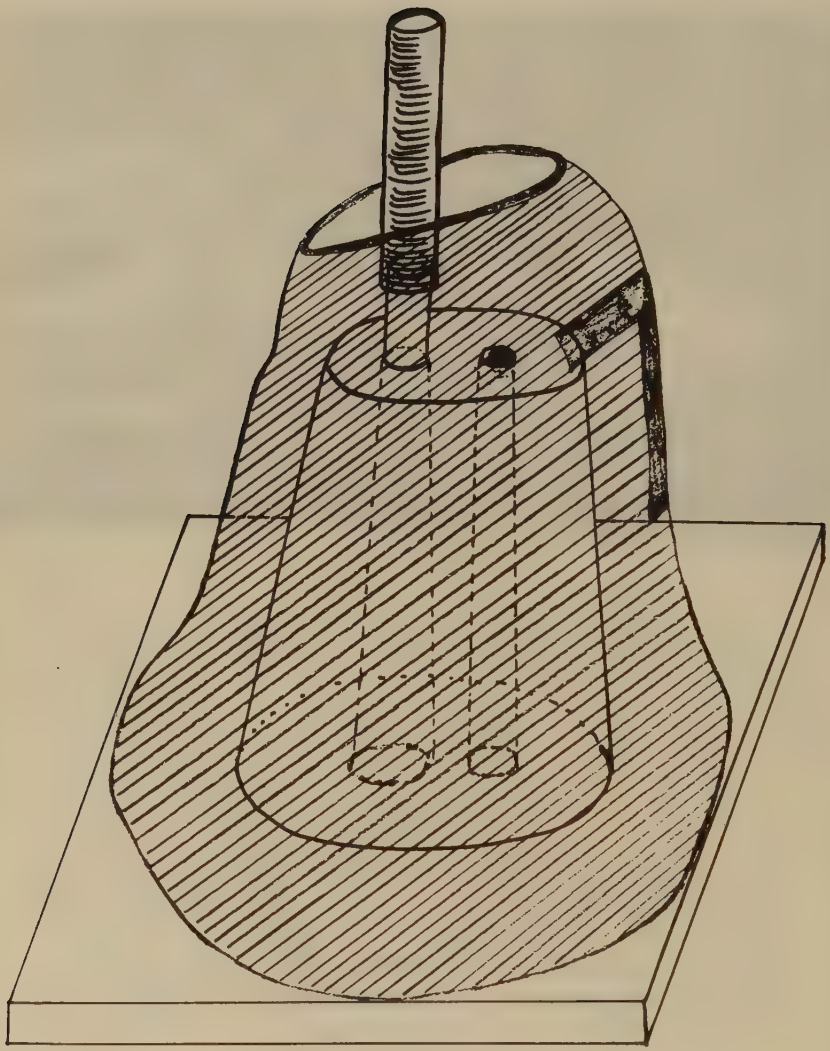


Abb. 27 Metallansatz mit aufgesteckter Spülverschluß.

2. Handhabung des neuen Spülhandgriffes.

Der Patient liegt waagrecht auf der Untersuchungsliege und hält die Augen geschlossen. Der Kopf ist dabei um 30 Grad vorwärts gebeugt (Optimumstellung I nach BRÜNINGS).
Das Wasser für die Spülung wird aus Dewargefäßen entnommen (siehe später).
Vor der Spülung ist ein geringer Vorlauf nötig, damit das Wasser im Spülhandgriff die gewünschte Temperatur hat, die man auf dem Winkelthermometer ablesen kann.

Ist die gewünschte Temperatur erreicht, kann mit der Spülung begonnen werden. Zunächst wird der Spülverschluß solange auf dem Metallansatz gedreht, bis das "T" am Tragus des Patienten anliegt. Zur besseren Einsicht des Gehörganges zieht der Untersucher das Ohr des Patienten nach hinten und führt das Ventilgummi des Spülverschlusses in den Gehörgang ein.

Nun wird das Küken des Zuflußrohres gekippt, damit das Spülwasser zur hinteren oberen Gehörgangswand fließen kann. Das Spülwasser fließt dann vom Trommelfell durch die entsprechende Bohrung des Metallkegels in das Abflußrohr des Handgriffes zurück. Ist die Spülzeit beendet, wird das Küken in Richtung Wasserstopp gekippt und der Spülhandgriff vom Ohr des Patienten entfernt.
Bei der Spülung ist zu beachten, daß der Spülverschluß leicht in den Gehörgang eingeführt wird, da sonst das Ventilgummi abknickt.

Abb. 28 Der Handgriff in Situ.

III. Beschreibung unserer Gesamtvorrichtung für die Prüfung und Registrierung des calorischen Nystagmus und ihrer Vorteile.

Die Gesamtvorrichtung zur Prüfung des calorischen Nystagmus besteht aus zwei Dewargefäßen, aus dem von uns entwickelten Spülhandgriff mit dem Ohrverschlußstück und dem Nystagmographen von TÖNNIES Freiburg. Die beiden Dewargefäße stehen erhöht auf einem Regal und enthalten Wasser von 30°C und 44°C.
In den Verschlußkorken der Gefäße sind Steigrohre aus Plastik eingelassen, die mit den zum Spülhandgriff führenden Schläuchen verbunden sind.
Auf der Flüssigkeitssäule im Dewargefäß ruht der athmosphärische Luftdruck p_o.
Mittels eines Ballons, der sich am Verschlußkorken befindet, wird Luft ins Dewargefäß gepumpt und somit der Luftdruck im Gefäß erhöht.
Die Folge ist ein Ansteigen der Flüssigkeit im Steigrohr. Übersteigt der innere Luftdruck im Dewargefäß den atmosphärischen Druck im Steigrohr, fließt das Wasser aus den Gefäßen. Da diese außerdem noch erhöht stehen, wird zusätzlich die Wassergeschwindigkeit beschleunigt.
Das Wasser fließt zunächst bis zu den in den Schläuchen eingefügten Dreiweghähnen. Diese regulieren den Wasserzufluß und Wasserstopp zum Spülhandgriff. Nach Öffnen eines Hahnes fließt das Wasser bis zum Küken des Spülhandgriffes.
Bei Betätigung des Kükens gelangt das Wasser in den äußeren Gehörgang des Patienten. Der dabei auftretende Nystagmus wird vom Nystagmographen registriert.

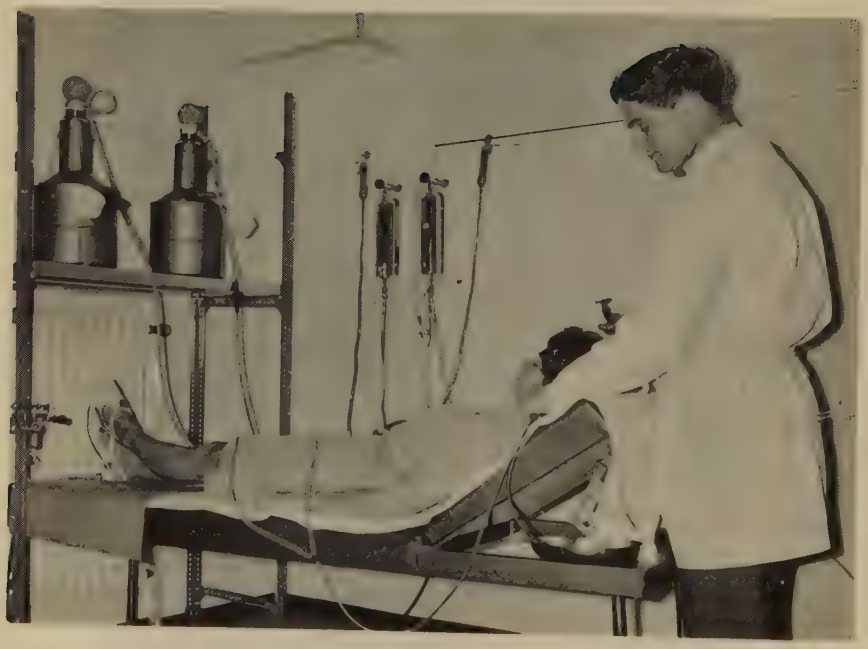


Abb. 29 Gesamtspülvorrichtung
für die calorische Nystagmusprüfung.

Vorteile:

a) der Dewargefäße.

Die Dewargefäße bilden kein elektrisches Feld. Bei Verwendung eines Thermostates entsteht ein elektrisches Feld, das bei eingeschaltetem Nystagmographen die Registrierung erheblich stört.

b) des Handgriffes und Spülverschlusses.

Der neue Spülhandgriff weist gegenüber anderen Spülvorrichtungen mehrere Vorteile auf. Zur Spülung des Patienten ist unter Leitung des Arztes nur noch eine MTA notwendig.
Die Konstruktion ermöglicht eine Spülung mit einem geringen Zeitaufwand. Der Spülhandgriff ist in seiner Bedienung sehr handlich:

1. Der Spülverschluß ist durch seine Drehbarkeit für das rechte wie auch linke Ohr verwendbar.
2. Der Wasserzu- und Abfluß ist leicht durch das Küken am Handgriff regulierbar.
3. Die Wassertemperatur läßt sich kurz vor dem Eintreten in den inneren Gehörgang vom Winkelthermometer ablesen.
4. Die gute Abdichtung des cavum conchae durch den Spülverschluß und die Isolierung von Zu- und Abfluß vermeiden die unangenehme Durchnässung des Patienten.
5. Die einzelnen Funktionsteile des Handgriffes sind leicht nach Entfernung der Deckplättchen zugänglich, so daß eine leichte Pflege und eine eventuell notwendige Reparatur durchgeführt werden kann.

IV. Kritik unseres Spülhandgriffes.

An Nachteilen zeigte sich bis jetzt lediglich, daß das Ventilgummi bei extrem abgewinkelten und engen Gehörgängen bisweilen abgeknickt wurde und das Ohrverschlußstück manchmal nicht völlig das cavum conchae abdichtet; dies besonders wenn der Untersucher mit dem Handgriff noch nicht genügend vertraut ist.

D. Zusammenfassung.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war die Entwicklung eines Spülhandgriffes für die calorische Nystagmusprüfung. Er soll einfach und bequem für die Praxis zu handhaben sein und ebenso bei wissenschaftlichen Untersuchungen exaktere Ergebnisse ermöglichen, als es die bisher gebräuchlichen Vorrichtungen zulassen. Die bisherigen Apparaturen gewährleisteten zwar einen guten Wasserzufluß zum äußeren Gehörgang, sie haben aber, vom Otocalorimeter abgesehen, keine Vorrichtung für den Wasserabfluß, so daß dies bei Massenspülungen zu einer unangenehmen Durchnässung des Patienten führt.

Unser Ziel war zunächst, einen Ohrverschluß zu gestalten, der Zu- und Abflußkanäle in sich vereinigt und den äußeren Gehörgang abdichtet. Da aber die äußeren Gehörgänge sehr in ihrem Lumen variieren und außerdem starrwandig sind, war es nicht möglich, hierfür einen wasserdichten Ohrverschluß herzustellen.

Dieses Problem war nur zu lösen, indem statt der äußeren Gehörgänge das cavum conchae abgedichtet wurde, da ja der knorplige Tragus durch seine Elastizität jederzeit bei größerem Ohrverschlußstück nachgibt.

Zur genaueren Untersuchung des cavum conchae wurden bei 60 Patienten Abdrücke gemacht. Diese Abdrücke wurden ausgegossen und anschließend mit glasklarem Paladur ausgefüllt.

Nach diesen Patrizen wurde erneut ein Ohrverschlußstück hergestellt, das dann in mehreren Versuchsserien endgültige Gestalt erhielt. Außerdem wurde noch ein Spülhandgriff angefertigt, der Zu- und Abflußrohre für das Ohrverschlußstück, ein Winkelthermometer zur genauen Ablesung der Temperatur und einen Metallansatz zum Aufsetzen des Ohrverschlußstückes in sich vereinigt. Durch den Metallansatz kann der aufgesteckte Spülverschluß gedreht und deswegen für das linke und rechte Ohr verwendet werden.

Mit diesem Spülansatz und -Handgriff dürfte zum ersten Male in der Geschichte der calorischen Nystagmusprüfung eine Vorrichtung existieren, die durch zeitgemäße Technik dieser wichtigen otoneurologischen Untersuchungsmethode das Odium des Unpraktischen und der Inexaktheit nimmt.

Literaturverzeichnis:

1. ASCHAN, G. 1955: The caloric test
Acta, Soc. Med. Upsala 60, 99-112

2. ASCHAN, G.M.BERGSTEDT, J. STAHLE : Nystagmographie
Acta Otolaryng.(Stockh.) Supp.129(1956)

3. BADER, W., H.H. KORNHUBER: Großhirnläsionen und vestibulärer Nystagmus. Vergleichende elektronystagmographische Untersuchungen bei geschlossenen Augen und mit visueller Fixation.
Acta Otolaryng.(Stockh.) 60 (1965) 197

4. BARANY, R. : Untersuchungen über den vom Vestibularapparat des Ohres reflektorisch ausgelösten rhythmischen Nystagmus und seine Begleiterscheinungen.
Mschr.f.Ohrenheilk. 40 (1906) 191

5. BARANY, R. : Untersuchungen über den vom Vestibularapparat des Ohres ausgelösten rhythmischen Nystagmus und seine Begleiterscheinungen.
Mschr. Ohrenheilk. 40 (1906) 229-230.

6. BERENDES, J. : Anleitung zur Funktionsprüfung des Ohres.
Wissenschaftl.Verlagsges.M.B.H. Stuttgart 1957.

7. BRÜNINGS, W. : Beiträge zur Theorie, Methodik und Klinik der calorischen Funktionsprüfung des Bogengangapparates.
Z. für Ohrenheilk. 63 (1911) 41

8. BRÜNINGS, W. u. H. FRENZEL 1930: Handbuch der biol. Arbeitsmethoden V. Einzelne Organe des tierischen Organismus. Teil 7 1.Hälfte (1930)

9. DEMETRIADES, Th., MAYER, Ph. : Zur calorischen Labyrinthprüfung mit Minimalreizen.
Mschr. Ohrenheilk. (1922) 430

10. DOHLMANN, Gösta : Physikalische und physiologische Studien zur Theorie des calorischen Nystagmus.
Acta Otolaryngol. Suppl. V. (1925)

11. FISCHER, M.H. : Die Regulationsfunktion des menschlichen Labyrinthes und die Zusammenhänge mit verwandten Funktionen.
Bergmann, Mü. (1928)

12. FISCHER, M.H., E. WODAK: Experimentelle Untersuchungen über Vestibularisreaktionen.
Z.Hals-Nas.-u.Ohrenheilk. 3 (1922) 198

13. FITZGERALD, G. C.S. HALLPIKE : Studies in human vestibular function I.Observations on the directional preponderance ("Nystagmusbereitschsft") of caloric nystagmus resulting from cerebral lesions Brain 65 (1942) 115

14. FRENZEL, H. : Zur Frage einer Routinetechnik der thermischen Vestibulariserregung.
HNO-Wegweiser (Berlin) 7 (1958/59) 353

15. FRENZEL, H. : Calorische Prüfung mittels Wasserspülung des Gehörganges und mittels Luftgebläses.
Z.für Hals-Nasen-u.Ohrenheilk. 50 (1944) 485-492

16. FRENZEL, H. : Beiträge zur Theorie und Methodik der thermischen Vestibularerregung.
Archiv für Ohren 113 233, 263

17. FRENZEL, H. : Über den heutigen Stand der Funktionsprüfung des Vestibularis.
Dt.med.Wschr. 82 (1957) 337 u. 372.

18. FRENZEL, H. : Zur Systematik, Klinik u.Untersuchungsmethodik der Vestibularisstörungen. Springer, Berlin (1961)

19. FRENZEL, H. : Die ohrenärztlichen Untersuchungsmethoden in der neurologischen Diagnostik. II. Teil Vestibularisuntersuchung. Nervenarzt 4 (1931) 21.

20. GRAHE, K. : Beiträge zur calorischen Auslösung der Vestibularreaktionen. Beiträge zur Anat., Physiol., Pathol. u. Therapie des Ohres, der Nase und d.Halses 15, 167

21. HALLPIKE, C.S. : Die calorische Prüfung. Pract, Oto-rhinolaryng. (Basel) 17 (1955) 302

22. HALLPIKE, C.S. M.S.HARRISON, E.SLATER : Abnormalities of the caloric test results in certain varieties of mental disorder. Acta oto-laryng. (Stockh.)39 (1951) 151

23. HAMERSMA, H. : The Caloric Test A Nystagmographical Study Diss.Amsterdam 1957

24. HENRIKSSON,N.G. C.FERNANDEZ,R.J.: KOHUT The caloric test in the cat. Acta oto-laryng.(Stockh.) 53 (1961) 21

25. HENRIKSSON,N.G. : Speed of Slow Component and Duration in Caloric Nystagmus Acta Oto-Laryngologica Suppl. 125 (1956) (Uppsala) 1o

26. HOOD, J.D. and PFALTZ,C.R.1954 : Observations upon the effects of repeated stimulation upon rotational and caloric nystagmus. J.Physiol., 124, 130.

27. HOPMANN, E. : Quantitative calorische Prüfung am Normalen mittels Wasserspülung des Gehörganges. Arch.Ohr-Nas.-u.Kehlk.-Heilk.141(1936)155

28. INO, H.
F. HAZEYAMA : Experimentelle Untersuchungen über Verkürzung der Dauer des calorischen Nystagmus durch wiederholte thermische Reizungen.
Arch.Ohr,-Nas.-,Kehlk.-Heilk. 179(1962)443

29. JATHO, K. : Experimentelle Untersuchungen zur Physiologie und biologischen Bedeutung der vestibulär - occulomotorischen Koordination
Arch.Ohr.-usw.Heilk.u.Z.Hals-usw.Heilk.
177 (1960) 1-20

30. JONGKEES,L.B.W. : Über die Untersuchungsmethoden des Gleichgewichtsorganes.
Fortschr.Hals-Nasen-Ohrenheilk. 1(1963) 1

31. KIPROFF : Quantitative Prüfung des calorischen Nystagmus bei Labyrinthgesunden.
Passow - Schäffer Bd. 2 (1909) 129

32. KORNHUBER, H. : Physiologie und Klinik des zentralvestibulären Systems.
Hals-Nasen-Ohren-Heilk. Bd.III/Teil 3,2163

33. LIDVALL,Hans F. : Vertigo And Nystagmus Responses To Caloric Stimuli Repeated At Short Intervals.
Acta-Oto-Laryng. 53, (1961) 33

34. LORENTE De Nó,
R, 1934 : Observations on nystagmus
Acta-oto-laryng. 21, 416-437

35. MITTERMAIER, R. : Über die Beeinflussung des experimentell ausgelösten Nystagmus durch wiederholte Reizungen.
Z.Laryng.Rhinol. 31 (1952) 360

36. MITTERMAIER, R. W. CHRISTIAN : Dauer, Schlagzahl und Gesamtamplitude des calorischen Nystagmus. Z. Laryng.Rhinol. 33 (1954) 20

37. MITTERMAIER, R. : Die experimentellen Gleichgewichtsprüfungen. Hals-Nasen-Ohrenheilk. Bd.III, Teil 1, 581

38. MONTANDON, A. F. DITTRICH : Ergebnisse der neuen Vestibularisuntersuchungsmethoden bei Schädeltrauma. Mschr Ohrenheilk. 96 (1962) 331

39. PFALTZ, C.R. u. R. GULICK : Die pathologische calorische Labyrinthreaktion. A. Ohren-usw.Heilk.u.Z.HNO-Heilk. 179 (1962) 525-544

40. PFALTZ, C.R. : Die normale calorische Labyrinthreaktion. A. Ohren-usw.Heilk.u.Hals-usw.Heilk. 172 (1957) 131-174

41. ROSSBERG, G. : Zur quantitativen Vestibularisprüfung. Klin. Wschr. 34 (1956) 822

42 RUTTIN, E. : Funktionsprüfung des Vestibularapparates. Handbuch der HNO-Heilk. herausgegeben von A. Denkler u.G. Kahler. 6.Bd., Gehörorgan I (1926) 1015...

43. STAHLE, J. : Elektro-Nystagmographie in Caloric and Rotatory Tests. Acta oto-laryng. (Stockh.) Suppl.137,8(1958)

44. VEITS, C. : Neue Untersuchungen über die calorischen Vestibularisreaktionen. Acta Otolaryngol. Vol.XIII,(1929) 94-115

45. VEITS, C. R. KOSEL : Beiträge zur Lehre vom calorischen Nystagmus. Mschr.Ohrenheilk.64 (1930) 521

46. VEITS, C. : Zur Technik der calorischen Schwachreizuntersuchung.
Z. HNO (1928) 19, 542

47. WODAK, E. 1953 : Physio-pathologische Probleme des menschlichen Vestibularapparates.
Fortschr. Hals-Nas.-u.Ohrenheilk. 1.166-263

48. WODAK, E. : Kurze Geschichte der Vestibularisforschung.
Thieme, Stuttgart (1956)

49. WUSTROW, F. : Bemerkungen zur Bedeutung der Perilymphe für Reizauslösung im menschlichen Bogengangssystem.
Mschr. Ohr-usw.Heilk. u.Z.Hals-usw.Heilk. 167, 1955, 663 - 666
Vgl. dies. Zbl. 53, 281.

50. ZALEWSKI, T. : Quantitative Untersuchungen über den calorischen Nystagmus.
Mschr. für Ohrenheilk. (1914), 694.

Herrn Prof. Dr. med. G. Beckmann und Herrn Dr. med. W. Bader bin ich für die Förderung dieser Arbeit zu Dank verpflichtet.

Herrn Prof. Dr. med. J. Berendes danke ich für die Überlassung des Arbeitsplatzes an seiner Klinik.

Lebenslauf

Ich, Manfred Schäfer, wurde als Sohn des Zahnarztes Anton Schäfer und seiner Ehefrau Hildegard geb. Eichhorn am 13.12.1938 in Fulda geboren.
Ab Herbst 1945 bis Ostern 1950 besuchte ich die Adolf von Dalberg-Schule in Fulda. Am Gymnasium für Jungen erfolgte meine weitere Schulausbildung, die ich am 28. Februar 1959 mit dem Abitur beendete.
Anschließend leistete ich meinen einjährigen Militärdienst in Fritzlar und Kassel ab.
Im Sommersemester 1960 immatrikulierte ich mich für das zahnmedizinische Studium an der Julius-Maximiliam-Universität in Würzburg. Dort bestand ich am 27.4.1963 das Physikum.
Die ersten zwei klinischen Semester studierte ich in Würzburg. Bevor ich an die Philipps-Universität zu Marburg überwechselte, mußte ich mich einer Gallenblasen- und einer gleichzeitigen Blinddarmoperation unterziehen, die mit einem zehnwöchigen Krankenhausaufenthalt verbunden war.
Seit dem zahnmedizinischen Staatsexamen, das ich am 17. Januar 1966 in Marburg ablegte, bin ich als zahnärztlicher Assistent in der Praxis meines Vaters in Fulda tätig.
Am 18. Januar 1967 heiratete ich die Kollegin Jutta Hamann.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren Professoren und Dozenten

in Würzburg: Altmann, Bauereisen, Dimmling, Haunfelder, Krause, Kulenkampff, Kuschke, Mierau, Naujoks, Neubert, Roedig, Schmeißner, Schlampp, Schröder, Specht, Wollheim, Turba;

in Marburg: Beckmann, Berendes, Bommer, Braun-Falco, Dölle, Ganz, Gedigk, Hennis, Hering, Heuser, Janke, Korb, Kottmeyer, Maurath, Niemeyer, Pantke, Rodeck, Salfeld, Schiff, Schmid, Schwaiger, Siegert, Siess, Staib.